

①9 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑩ DE 197 13 826 A 1

G 02 B 26/12

⑳ Aktenzeichen: 197 13 826.8

㉑ Anmeldetag: 3. 4. 97

㉒ Offenlegungstag: 30. 10. 97

= US 5,864,391

AE2 = AL

DE 197 13 826 A 1

③0 Unionspriorität:

8-82869 04.04.96 JP

⑦1 Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦4 Vertreter:

Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

⑦2 Erfinder:

Hosokawa, Toshio, Kariya, Aichi, JP; Terui,  
Takekazu, Kariya, Aichi, JP; Namba, Shinji, Kariya,  
Aichi, JP

⑤4 Radarvorrichtung und diese Radarvorrichtung verwendendes Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem

⑤7 Eine Radarvorrichtung weist einen sich drehenden Polygonspiegel mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen auf. Eine Halbleiterlaserdiode und eine Kollimatorlinse sind über dem Polygonspiegel angeordnet. Ein Infrarotpulsstrahl, der von der Laserdiode abgegeben wird, wird von einem Reflexionsspiegel reflektiert, der an einer oberen Stelle vor dem Polygonspiegel angeordnet ist, um den Pulsstrahl schräg nach unten zu dem sich drehenden Polygonspiegel hin derart zu reflektieren, daß der Pulsstrahl als ein Sendestrahle reflektiert wird, der zu einem Meßbereich in einer vorderen Richtung hin fortschreitet. Eine Lichtaufnahmeeinrichtung nimmt den Sendestrahle auf, der von einem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs befindet.

DE 197 13 826 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Radarvorrichtung, die ein vorausfahrendes bzw. vorangehendes Objekt erfaßt und relative Daten, wie zum Beispiel einen Abstand, eine Richtung, und eine Geschwindigkeit, des erfaßten Objekts mißt, und insbesondere eine Radarvorrichtung, die einen zweidimensionalen Abtastvorgang unter Verwendung eines sich drehenden Polygonspiegels durchführt, der eine Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen aufweist, und betrifft weiterhin ein Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem, das diese Radarvorrichtung enthält.

Die ungeprüfte Japanische Patentanmeldung Nr. 62-8119, die 1987 veröffentlicht worden ist, offenbart einen solchen sich drehenden Polygonspiegel, der eine Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen aufweist.

Diese Art einer Radarvorrichtung wird bevorzugt verwendet, um einen zweidimensionalen Abtastvorgang unter Verwendung eines Laserstrahls durchzuführen, welcher zum Beispiel an einem Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem angewendet wird, welches ein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt und einen Sicherheitsabstand auf der Grundlage des erfaßten Abstands zwischen dem Radar und dem vorausfahrenden Fahrzeug aufrechterhält.

Im allgemeinen ist ein Verwenden eines sich drehenden Polygonspiegels bei dem zweidimensionalen Abtastvorgang bezüglich Kosten, Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Radarvorrichtung vorteilhaft.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese Art einer auf einem sich drehenden Polygonspiegel mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen beruhenden Radarvorrichtung zu verbessern.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie die Richtung eines Pulsstrahls optimiert, der zu den Spiegeloberflächen des sich drehenden Polygonspiegels abgestrahlt wird.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie eine Radarvorrichtung schafft, die in der Lage ist, einen optimalen Meßbereich einzustellen, der in der seitlichen Richtung symmetrisch ist, um die Unausgeglichenheit des vertikalen Abtastwinkels an rechten und linken Rändern des Meßbereichs zu beseitigen.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie eine Radarvorrichtung schafft, die in der Lage ist, einen optimalen Meßbereich einzustellen, der frei von einer unerwünschten Verzerrung ist.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie jeden unerwünschten Spalt (oder nicht erkennbaren Bereich) beseitigt, der zwischen Abtastzeilen erzeugt wird, die sich seitlich in einem gegebenen Meßbereich ausdehnen, um jedes Fehlverhalten bei dem Erfassen von Hindernissen zu verhindern.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie eine Radarvorrichtung schafft, die einen Sendestrahl erzeugt, der in der Lage ist, einen breiten Meßbereich ohne Verringern seiner Leistungsdichte oder ohne Verringern eines erreichbaren Abstands zu verwirklichen.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie die Abmessung einer Radarvorrichtung, genauer gesagt, die Abmessung seiner einen Laser abgebenden Optik, verringert.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie eine Radarvorrichtung schafft, die eine hervorragende Auflösung in einer Abtastwinkelrichtung aufweist.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie eine Radarvorrichtung schafft, die eine ausreichende Datenverarbeitungszeit bei den Berechnungen für einen Abstand, einen Winkel oder einer Geschwindigkeit eines erfaßten Objekts aufweist.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie eine Radarvorrichtung schafft, die in der Lage ist, die maximale Abgabefrequenz einer Laserdioden zu erhöhen.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, diese neue und hervorragende Radarvorrichtung in ein Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem einzuschließen, um die Zuverlässigkeit dieser Art einer Sicherheitsausstattung für die Fahrzeuge zu erhöhen.

Um die zuvor beschriebenen und andere verwandten Aufgaben zu lösen, schafft die vorliegende Erfindung eine neue und hervorragende Radarvorrichtung, deren Merkmale hier im weiteren Verlauf unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 3 erklärt werden.

Wie es in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, ist ein sich drehender Polygonspiegel M1 vorgesehen und um seine Drehachse drehbar. Dieser sich drehende Polygonspiegel M1 weist eine Mehrzahl von Spiegeloberflächen entlang seines Außenumfangs (daß heißt, auf seinen Rändern) auf. Diese mehreren Spiegeloberflächen sind mit unterschiedlichen Winkeln bezüglich der Drehachse des sich drehenden Polygonspiegels M1 geneigt. Eine Lichtquelle M2 gibt einen Pulsstrahl  $L_{IN}$  ab, welcher von einem Reflexionsspiegel M3 reflektiert wird und zu dem sich drehenden Polygonspiegel M1 hin fortschreitet. Danach wird der Strahl zu einem vorbestimmten Meßbereich AR hin gesendet.

Wie es in Fig. 1 gezeigt ist, ist ein dreidimensionales Koordinatensystem durch eine Y-Achse, die parallel zu der Drehachse des sich drehenden Polygonspiegels M1 verläuft, eine Z-Achse, die sich von dem sich drehenden Polygonspiegel M1 zu einem Mittelpunkt des Meßbereichs AR hin ausdehnt, und eine X-Achse definiert, die senkrecht sowohl zu der Y-Achse als auch der Z-Achse verläuft. In diesem dreidimensionalen Koordinatensystem wird der Pulsstrahl  $L_{IN}$  zu den Spiegeloberflächen des Polygonspiegels M1 in einer Richtung abgestrahlt, die mit einem vorbestimmten Winkel  $\Phi_v$ , bezüglich einer XZ-Ebene geneigt ist.

Gemäß dieser Anordnung wird es möglich, die gegenseitige Beeinflussung bzw. Interferenz zwischen dem Pulsstrahl  $L_{IN}$ , der an der Spiegeloberfläche des sich drehenden Polygonspiegels M1 ankommt, und dem Sendestrahl zu verhindern, der von der Spiegeloberfläche des sich drehenden Polygonspiegels M1 abgeht. Als eine beste Anordnung kann der Pulsstrahl  $L_{IN}$  entlang einer YZ-Ebene ankommen. Dies ist wirkungsvoll, um vertikale Verzerrungen zu verhindern, die an den beiden Enden des Meßbereichs AR verursacht werden, und um einen nicht erkennbaren Zwischenraum (Spalt) zwischen Abtastzeilen zu beseitigen, die sich seitlich in dem Meßbereich AR ausdehnen.

Die Wirkungsweise der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 2 detaillierter erklärt. In Fig. 2 kann  $\Phi_h$ , das einen Winkel bezeichnet, der zwischen dem Pulsstrahl  $L_{IN}$  und der YZ-Ebene ausgebildet wird, verringert werden. Dieser Winkel  $\Phi_h$  wird durch Verschieben des Reflexionsspiegels M3 nach vorne (daß

heißt, von der Position, die durch eine durchgezogene Linie dargestellt ist, zu der Position, die durch eine gestrichelte Linie dargestellt ist) verringert, wie es in Fig. 2 gezeigt ist. Jedoch ist ein Verschieben des Reflexionsspiegels M3 zu weit nach vorne dadurch nicht bevorzugt, daß die gesamte Abmessung der Radarvorrichtung groß wird.

In dieser Hinsicht kann gemäß der vorliegenden Erfindung die Strahlabgabeoptik (daß heißt, eine Lichtquelle M2 und der Reflexionsspiegel M3) in einer versetzten Beziehung zu dem sich drehenden Polygonspiegel M1 in einer auf- und abwärtigen Richtung angeordnet sein. Genauer gesagt können sich, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, die Lichtquelle M2 und der Reflexionsspiegel M3 an einer höheren Stelle als der sich drehende Polygonspiegel M1 befinden. Somit kann der Winkel  $\Phi_h$  einfach auf Null verringert werden, ohne die Abmessung der Radarvorrichtung zu erhöhen (daß heißt, ohne den Reflexionsspiegel M3 zu weit hervorstehen zu lassen).

Gemäß den Merkmalen von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird der Pulsstrahl  $L_{IN}$  mit dem Winkel  $\Phi_h$  in einem Bereich von  $\pm 48^\circ$  bezüglich der YZ-Ebene in dem gegebenen dreidimensionalen Koordinatensystem zu den Spiegeloberflächen des sich drehenden Polygonspiegels M1 abgestrahlt. Bevorzugter befindet sich der Winkel  $\Phi_h$  in einem Bereich von  $\pm 35^\circ$  bezüglich der YZ-Ebene. Weiterhin ist es bevorzugt, daß der Pulsstrahl  $L_{IN}$  mit dem Winkel  $\Phi_h$  innerhalb eines gegebenen Abtastwinkelbereichs in der X-Richtung in dem dreidimensionalen Koordinatensystem zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird.

Bezüglich des vertikalen Winkels des Pulsstrahls  $L_{IN}$  ist es bevorzugt, daß der Pulsstrahl  $L_{IN}$  mit dem Winkel  $\Phi_v$  zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird, dessen Absolutwert sich in einem Bereich von  $25^\circ$  bis  $70^\circ$  bezüglich der XZ-Ebene in dem dreidimensionalen Koordinatensystem befindet. Bevorzugter befindet sich der Absolutwert des Winkels  $\Phi_v$  in einem Bereich von  $35^\circ$  bis  $60^\circ$  bezüglich der XZ-Ebene.

Das Einstellen des bevorzugten Bereichs des vertikalen Winkels  $\Phi_v$  wird unter Bezugnahme auf Fig. 3 detaillierter erklärt.

Der vertikale Winkel  $\Phi_v$  wird durch Verschieben des Reflexionsspiegels M3 nach vorne (daß heißt, von einer durchgezogenen Linie zu einer abwechselnd lang und kurz gestrichelten Linie) verschoben, wie es in Fig. 3 gezeigt ist. Jedoch ist ein zu weit hervorstehen des Reflexionsspiegels M3 nicht bevorzugt, da die gesamte Abmessung der Radarvorrichtung vergrößert wird, wie es sich aus der Darstellung in Fig. 3 versteht. Andererseits wird der vertikale Winkel  $\Phi_v$  durch Verschieben des Reflexionsspiegels M3 nach hinten (daß heißt, von der durchgezogenen Linie zu der gestrichelten Linie) erhöht, wie es in Fig. 3 gezeigt ist. In diesem Fall muß der Neigungswinkel ( $\Phi_n$ , welcher später beschrieben wird) des sich drehenden Polygonspiegels M1 erhöht werden. Jedoch führt ein zu starkes Erhöhen des Neigungswinkels zu einer Erhöhung der Abmessung des sich drehenden Polygonspiegels M1. Dies ist nicht bevorzugt, da die gesamte Abmessung der Radarvorrichtung erhöht wird, wie es sich aus der Darstellung in Fig. 3 versteht.

Weiterhin bezieht sich ein anderer Faktor, der den bevorzugten Bereich eines vertikalen Winkels  $\Phi_v$  bestimmt, auf eine Abgabefrequenz des Pulsstrahls, welcher verwendet wird, um den gegebenen Meßbereich

AR vollständig abzutasten. Wie es später erklärt wird, wird das Abgabesintervall mit einem Erhöhen des vertikalen Winkels  $\Phi_v$  verringert. Anders ausgedrückt wird das Intervall für jede Abgabe des Pulsstrahls mit einem Erhöhen des vertikalen Winkels  $\Phi_v$  ausgedehnt. Dies ist wirkungsvoll, um eine große Zeit zum Verarbeiten von Meßdaten sicherzustellen.

Aus den vorhergehenden Ausführungen ist es ersichtlich, daß der bevorzugte Bereich des vertikalen Winkels  $\Phi_v$  unter Berücksichtigung der gesamten Abmessung der Radarvorrichtung und der Abgabefrequenz bestimmt werden sollte. Die vorhergehenden numerischen Beschränkungen sind aus einer solchen Untersuchung abgeleitet worden.

Gemäß anderen Merkmalen der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ist es bevorzugt, daß eine Bündelungseinrichtung vorgesehen ist, um Licht zu bündeln, das von der Lichtquelle M2 zu dem sich drehenden Polygonspiegel M1 abgegeben wird. Bei dieser Anordnung wird es möglich, die Leistung des Sendestrahls zu unterdrücken.

Weiterhin ist es bevorzugt, daß der Reflexionsspiegel M3 vorgesehen ist, um den Pulsstrahl  $L_{IN}$  zu dem sich drehenden Polygonspiegel M1 hin zu richten. Dies ist beim Verringern der gesamten Abmessung der Radarvorrichtung vorteilhaft.

Weiterhin ist es bevorzugt, daß eine Berechnungseinrichtung zum Berechnen eines relativen Abstands des Objekts von der Radarvorrichtung auf der Grundlage einer Differenz zwischen einem Erzeugen des Pulsstrahls  $L_{IN}$  und einem Aufnehmen des Sendestrahls, der von dem Objekt zurückkehrt, das sich in dem Meßbereich AR befindet, vorgesehen ist. Wie es vorhergehend erklärt worden ist, wird der vertikale Winkel  $\Phi_v$  derart bestimmt, daß einem Verarbeiten von Meßdaten eine große Zeit zugewiesen wird. Somit kann die Berechnungseinrichtung komplizierte Berechnungen durchführen, um das Objekt genau zu erfassen.

Genauer gesagt weist die Radarvorrichtung der vorliegenden Erfindung einen sich drehenden Polygonspiegel mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln bezüglich einer Drehachse des sich drehenden Polygonspiegels geneigten Spiegeloberflächen, einen Reflexionsspiegel, der an einer oberen vorderen Stelle angeordnet ist, die von dem sich drehenden Polygonspiegel beabstandet ist, zum Aufnehmen eines Pulsstrahls, der von einer Lichtquelle abgestrahlt wird und zum derartigen Reflektieren des Pulsstrahls schräg nach unten zu dem sich drehenden Polygonspiegel hin, daß der Pulsstrahl als ein Sendestrahls reflektiert wird, der zu einem Meßbereich in einer Vorwärtsrichtung hin fortschreitet, und ein Lichtaufnahmeelement zum Aufnehmen des Sendestrahls auf, der von einem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs befindet.

Bei dieser Anordnung ist es bevorzugt, daß der Reflexionsspiegel an einer direkten oberen vorderen Stelle bezüglich des sich drehenden Polygonspiegels angeordnet ist, während sich die Lichtquelle über dem sich drehenden Polygonspiegel befindet. Bei dieser Anordnung kann das Radarsystem wirkungsvoll verkleinert werden.

Weiterhin ist es bevorzugt, daß die Radarvorrichtung der vorliegenden Erfindung mit einer Bewertungseinrichtung zum Unterscheiden, ob das Objekt, das sich in dem Meßbereich befindet, ein wahres Hindernis ist, und einer Sicherheitsabstands-Steuereinrichtung zum Steuern einer Verzögerungssteuereinrichtung verknüpft ist, um einen Sicherheitsabstand zwischen der Radarvorrichtung und dem Objekt aufrechtzuerhalten, wenn das

Objekt ein wahres Hindernis ist. Bei dieser Anordnung wird es möglich, die Zuverlässigkeit eines Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystems zu erhöhen.

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht struktureller bzw. baulicher Merkmale der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Draufsicht der strukturellen Merkmale der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine Seitenansicht der strukturellen Merkmale der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Draufsicht einer Anordnung einer Radarvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Abtastmusters der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6A eine Seitenansicht einer Anordnung eines Strahlabgabebereichs der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6B eine Vorderansicht der Anordnung des Strahlabgabebereichs der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 einen stromlaufplan einer Lichtabgabeschaltung für die Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Mechanismus der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9A und 9B Ansichten detaillierter Merkmale der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10A und 10B perspektivische Ansichten detaillierter Merkmale der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11A und 11B Draufsichten detaillierter Merkmale der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 ein Zeitablaufdiagramm von Pulsstrahlabgaben der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 eine Draufsicht einer Vergleichsradarvorrichtung;

Fig. 14 eine perspektivische Ansicht eines Meßbereichs der Vergleichsradarvorrichtung;

Fig. 15 einen Graph einer Beziehung zwischen einem seitlichen Einfallswinkel  $\Phi_h$  und einem vertikalen Verzerrungsfaktor  $\varepsilon_v$  der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 eine perspektivische Ansicht eines Meßbereichs der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 17 einen Graph einer Beziehung zwischen dem vertikalen Einfallswinkel  $\varepsilon_v$ , der maximalen Abgabefrequenz der Laserdiode und einer Abgabeoptiklänge der Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 18 ein schematisches Blockschaltbild eines Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 19 ein Flußdiagramm einer Funktionsweise des Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystems gemäß

dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Es folgt die Beschreibung von Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung. Durchgängig durch die Zeichnung sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 4 erklärt. Eine Radarvorrichtung 1 weist ein Gehäuse 10 auf, welches einen Strahlabgabebereich 20, der eine gerichtete Hochfrequenzenergie erzeugt, einen Strahlreflexionsbereich 30, der einen so erzeugten Sendestrahle in eine vorbestimmte Richtung hin reflektiert, eine Linse 50 und ein Lichtaufnahmeelement 60, die zusammenwirkend eine reflektierte Hochfrequenzenergie (daß heißt, den Sendestrahle, der von einem Objekt zurückkehrt) aufnehmen, und eine Berechnungsschaltungsplatte 70 auf, die einen Abstand, Winkel und eine Relativgeschwindigkeit des erfaßten Objekts erfaßt oder mißt.

Der Strahlabgabebereich 20 weist eine Halbleiterlaserdiode 21, eine Schaltungsplatte 22, die eine Betätigungsschaltung für die Halbleiterlaserdiode 21 aufweist, eine Kollimatorlinse 23 und einen Spiegel 24 auf. Die Halbleiterlaserdiode 21 gibt Infrarotpulslicht ab, wenn sie von der Betätigungsschaltung der Schaltungsplatte 22 betätigt ist. Das Infrarotpulslicht, das auf diese Weise abgegeben wird, wird in einen parallelen Strahl gewandelt, nachdem es durch die Kollimatorlinse 23 gegangen ist, welche zum Beispiel aus einem Harz besteht. Bezüglich einer Einrichtung zum Wandeln von Licht in einen Strahl (daß heißt, einer Strahlbildungsvorrichtung) ist es möglich eine Schlitzvorrichtung anstelle der Kollimatorlinse 23 zu verwenden.

Der Sendestrahle wird dann von dem Spiegel 24 reflektiert und schreitet zu dem Strahlreflexionsbereich 30 hin fort. Vorzugsweise ist die Strahlbildungsvorrichtung, wie zum Beispiel die Kollimatorlinse 23 oder ihr Äquivalent, zwischen der Halbleiterlaserdiode 21 und dem Strahlreflexionsbereich 30 angeordnet. Ein Anordnen der Strahlbildungsvorrichtung nahe an der Halbleiterlaserdiode 21 ist beim Verringern der Abmessung eines Strahldurchmessers vorteilhaft. Bei dieser Anordnung kann die Kollimatorlinse 23 oder ihre äquivalente Einrichtung verkleinert werden. Dies führt zu dem Verringern der Abmessung einer Spiegelfläche eines Polygonspiegels 31, der als eine Komponente des Strahlreflexionsbereichs 30 dient. Somit kann der Polygonspiegel 31 selbst ebenso verkleinert werden.

Der Strahlreflexionsbereich 30 weist neben dem Polygonspiegel 31 einen Polygonabtastmotor 32 und eine Schaltungsplatte 33 auf, auf der eine Ansteuerschaltung für den Polygonabtastmotor 32 vorgesehen ist, von denen beide unter dem Polygonspiegel 31 angeordnet sind. Der Polygonabtastmotor 32 ist zum Beispiel ein Schrittmotor oder ein Gleichstrommotor, welcher von der Ansteuerschaltung der Schaltungsplatte 33 angesteuert wird. Der Polygonspiegel 31 ist mit dem Polygonabtastmotor 32 verknüpft und weist einen Körper, der aus einem Harz besteht, und eine äußere glatte Oberfläche auf, die durch Aluminiumabscheidung bedeckt ist. Der Polygonspiegel 31 wird von dem Polygonabtastmotor 32 mit einer konstanten Drehzahl gedreht. Der Polygonspiegel 31 kann ein aus Aluminium getrenntes oder maschinell verarbeitetes Erzeugnis sein.

Der Polygonspiegel 31 weist eine Mehrzahl von Spie-

geloberflächen (das heißt, äußere glatte Oberflächen) auf, von denen jede eine unterschiedliche Neigung bezüglich der Drehachse des Polygonspiegels 31 aufweist. Der Polygonspiegel 31 ist derart in einer vorbestimmten positionellen Beziehung zu dem Strahlabgabebereich 20 angeordnet, daß der Pulsstrahl, der von dem Strahlabgabebereich 20 abgegeben wird, zu dem Höhenmittelpunkt jeder Spiegeloberfläche des Polygonspiegels 31 abgestrahlt wird. Die Richtung des Strahls, der von der Spiegeloberfläche des Polygonspiegels 31 reflektiert wird, kann durch Drehen des Polygonspiegels 31 um seine Achse geändert werden, wodurch ein horizontaler Abtastvorgang in der rechten und linken Richtung durchgeführt wird. Zu jeder Zeit, zu der der Pulsstrahl zu einer unterschiedlichen Spiegeloberfläche abgestrahlt wird, wird der horizontale Abtastvorgang von links nach rechts an einer unterschiedlichen Höhenstelle, die proportional zu dem Neigungswinkel jeder Spiegeloberfläche ist, wiederholt. Wie es in Fig. 5 gezeigt ist, tastet ein Sendestrahlmuster 82 einen vorbestimmten Meßbereich 81 (oder innerhalb eines vorbestimmten Abtastwinkelbereichs) in der rechten und linken Richtung (das heißt, X-Richtung) ab. Dieser Abtastvorgang wird an unterschiedlichen Stellen der Höhenrichtung (das heißt, Y-Richtung) wiederholt, wodurch ein zweidimensionaler Abtastvorgang durchgeführt wird.

Das Sendestrahlmuster 82, das in Fig. 5 gezeigt ist, ist kreisförmig. Jedoch kann es eine unterschiedliche Form, wie zum Beispiel eine elliptische oder rechteckige, aufweisen. Vorzugsweise werden angrenzende abgegebene Muster 82 in sowohl der horizontalen als auch Höhenrichtung geringfügig überlappt. Um solche erwünschten Strahlabgaben zu verwirklichen, wird das Abgabintervall des Pulsstrahls von der Betätigungsschaltung der Halbleiterlaserdiode 21 genau gesteuert.

Als nächstes wird eine Wirkungsweise des zweidimensionalen Abtastvorgangs, der in Fig. 5 gezeigt ist, erklärt. Zuerst wird es angenommen, daß ein Fahrzeug, das mit dieser Radarvorrichtung 1 ausgestattet ist, auf einer ansteigenden oder abfallenden Straße fährt. Unter Berücksichtigung der Möglichkeit, daß die Stelle eines voraus fahrenden Fahrzeugs stark oder häufig in der Höhenrichtung geändert wird, wenn Fahrzeuge auf der ansteigenden oder abfallenden Straße fahren, ist es bevorzugt, daß Messungen in der Höhenrichtung durch Einstellen der Abgabintervalle des Infrarotpulsstrahls, der von der Halbleiterlaserdiode 21 abgegeben wird, erhöht werden. Zu diesem Zweck ändert die Betätigungsschaltung der Halbleiterlaserdiode 21, die auf der Schaltungsplatte 22 vorgesehen ist, die Abgabintervalle des Infrarotpulsstrahls in Übereinstimmung mit einem Neigungs- bzw. Nickwinkel, der von einem Neigungswinkelsensor (nicht gezeigt) übertragen wird, der auf der Schaltungsplatte 22 enthalten ist.

Wenn das Fahrzeug zum Beispiel auf einer ansteigenden Straße fährt, wird die Stelle eines vorausfahrenden Fahrzeugs höher als seine eigene Höhenstelle. Somit ist ein Erhöhen der Messungen an höheren Höhenstellen bevorzugt, um das Fehlverhalten bei dem Erfassen von voraus fahrenden Fahrzeugen zu beseitigen. Auf diese Weise ist der zweidimensionale Abtastvorgang unter Verwendung eines Polygonspiegels mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen dadurch vorteilhaft, daß lediglich ein einziger Betätigungsbereich benötigt wird, und dies führt zu einem Verkleinern der Abtastvorrichtung und einer Verbesserung einer Meßzuverlässigkeit.

Der Pulsstrahl, der von dem Polygonspiegel 31 reflek-

tiert wird, schreitet zu einem Meßobjekt, wie zum Beispiel einem vorausfahrenden Fahrzeug, hin fort. Dann wird der Pulsstrahl an einem Reflektor oder dergleichen des vorausfahrenden Fahrzeugs (daß heißt, an einem Teil des Meßobjekts) reflektiert. Ein Teil des reflektierten Strahls kehrt zu der Radarvorrichtung 1 zurück und geht durch die Linse 50 und wird von dem Lichtaufnahmeelement 60 aufgenommen, das an oder in der Nähe des Brennpunkts der Lichtaufnahmlinse 50 angeordnet ist.

Die Berechnungsschaltungsplatte 70, die eine Berechnungsschaltung aufweist, ist mit dem Lichtaufnahmeelement 60 und ebenso mit der Schaltungsplatte 22 verbunden, welche die Betätigungsschaltung der Halbleiterlaserdiode 21 aufweist. Die Berechnungsschaltung erzielt einen Abstand, einen Winkel, und eine Relativgeschwindigkeit des erfaßten vorausfahrenden Fahrzeugs (das heißt, des Meßobjekts) auf der Grundlage der Zeit (des Intervalls) zwischen einem Senden des Pulsstrahls und einem Aufnehmen des reflektierten Strahls.

Als nächstes wird der Strahlreflexionsbereich 30, genauer gesagt der Polygonspiegel 31 mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen, detaillierter erklärt.

Fig. 6A zeigt eine Seitenansicht und Fig. 6B zeigt eine Vorderansicht, die jeweils den Strahlreflexionsbereich 30 der Radarvorrichtung 1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellen.

Ein Infrarotpulsstrahl wird von der Halbleiterlaserdiode 21 abgegeben und von der Kollimatorlinse 23 in einen parallelen Strahl gewandelt. Der parallele Strahl wird von einem Spiegel 24 reflektiert und schreitet zu dem Polygonspiegel 31 hin fort. Der Polygonspiegel 31 weist eine obere Oberfläche auf, die senkrecht zu der Drehachse "I<sub>p</sub>" des Polygonspiegels 31 verläuft. Genauer gesagt schreitet der parallele Strahl mit einem Winkel  $\alpha$  bezüglich der oberen Oberfläche, das heißt, einer Ebene A-A', fort, die senkrecht zu der Drehachse (das heißt, "I<sub>p</sub>") des Polygonabstastmotors 32 verläuft, wie es in Fig. 6A gezeigt ist. Der Polygonspiegel 31 weist insgesamt sechs Spiegeloberflächen auf. Jedoch können die Anzahl von Spiegeloberflächen, die Drehrichtung und der Neigungswinkel flexibel geändert werden.

Die Verwendung der Anordnung des zuvor beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels ermöglicht es, die folgenden Probleme zu lösen.

Bei einem Abtastsystem, das einen Polygonspiegel verwendet, um einen Laserstrahl mit einer konstanten Winkelneigung innerhalb eines vorbestimmten Abtastbereichs abzustrahlen, wird der Wert der Winkelneigung im allgemeinen verringert, wenn die Auflösung in der Abtastwinkelrichtung unter der Bedingung verbessert werden muß, daß die Abtastfrequenz unverändert bleibt. Jedoch ist ein Verringern der Winkelneigung dadurch nicht bevorzugt, daß die Datenverarbeitungszeit unzureichend kurz zum Durchführen einer Datenverarbeitung als Reaktion auf jedes Aufnehmen des Strahls werden kann.

Weiterhin kann bei der Laserdiode, die einen Laserstrahl abgibt, ihre maximale Abgabefrequenz so stark erhöht werden, daß keine Laserleistung eines ausreichenden Pegels erzielt werden kann.

Diese Probleme werden detaillierter unter Bezugnahme auf eine Lichtabgabeschaltung erklärt, die in Fig. 7 gezeigt ist. Diese Lichtabgabeschaltung weist einen Kondensator 93 auf, welcher mit einer Energieversorgungsquelleneinheit 91 verbunden ist und Ladungen speichert, wenn eine Spannung von der Energieversor-

gungsquelleneinheit 91 angelegt wird. Die Lichtabgabeschaltung weist weiterhin eine Laserdiode 92 auf, die parallel zu dem Kondensator 93 geschaltet ist. Ein Schaltelement 94 ist in Reihe zu der Laserdiode 92 geschaltet und weist eine Funktion eines Ein/Aus-Steuerns einer Betätigung dieser Laserdiode 92 als Reaktion auf eine Anweisung auf, die zu einem vorbestimmten Zeitpunkt von einer ECU bzw. elektronischen Steuereinheit (welche in der Zeichnung nicht dargestellt ist) zugeführt wird. Wenn das Schaltelement 94 geschlossen ist, fließt augenblicklich ein Ladestrom von dem Kondensator 93 durch die Laserdiode 92 und deshalb gibt die Laserdiode 92 für eine kurze Zeitdauer während eines Entladevorgangs des Kondensators 93 Licht ab. Das Schaltelement 94 wird in Übereinstimmung mit der Anweisung, die von der ECU zugeführt wird, zu einer offenen Stellung geändert und dann beginnt der Kondensator 94 einen Nachladevorgang zum Speichern von Ladungen, die von der Energieversorgungsquelleneinheit 91 zugeführt werden.

Bei einer solchen Lichtabgabeschaltung wird das Schaltelement 94 gezwungen, die Schaltung zu schließen, bevor der Kondensator 93 ausreichend geladen ist, wenn es erforderlich ist, das Abgabintervall zu verringern. Dies erzeugt offensichtlich einen Laserstrahl, der eine unzureichende Leistung aufweist. Somit ist ein Erhöhen der maximalen Abgabefrequenz der Laserdiode 92 kein erwünschtes Verfahren zum Verbessern der Auflösung in der Abtastwinkelrichtung.

In dieser Hinsicht ist ein Abstrahlen des Pulsstrahls von der oberen Richtung des Polygonspiegels 31 mit einem ausreichenden Winkel  $\Phi_v = \alpha$ , wie es in Fig. 6A gezeigt ist, dadurch vorteilhaft, daß ein horizontaler Abtastwinkelbereich (hier im weiteren Verlauf als "seitlicher Abtastbereich" bezeichnet), wenn er mit einer Vergleichsanordnung in Fig. 13 verglichen wird, gemäß welchem ein Sendestrahl zu einer Spiegelfläche eines Polygonspiegels abgestrahlt wird, der keinen Gradienten bezüglich der Ebene aufweist, die senkrecht zu der Drehachse des Polygonspiegels verläuft, unter der Bedingung verschmälert werden kann, daß die Anzahl von sich wiederholenden Lichtabgaben und die maximale Abgabefrequenz bei dem vorhergehenden Vergleich unverändert bleiben. Anders ausgedrückt ermöglicht es die Anordnung, die Fig. 6A gezeigt ist, die Auflösung in der Abtastwinkelrichtung ohne Ändern der Abgabintervalle (das heißt, ohne Hervorrufen des Fehlens einer Laserleistung) zu verbessern.

Diese Erscheinung wird unter Bezugnahme auf eine beispielhafte Berechnung des seitlichen Abtastbereichs detaillierter erklärt.

Fig. 8 stellt eine Definition des Koordinatensystems dar, das in diesem Ausführungsbeispiel verwendet wird.

In Fig. 8 ist eine Z-Achse derart definiert, daß sie sich entlang einer Linie ausdehnt, die den Strahlreflexionspunkt auf einer Spiegelfläche des Polygonspiegels 31 und den Mittelpunkt des Meßbereichs 81 verbindet. Wenn die Radarvorrichtung 1 in ein Fahrzeug eingebaut ist, ist die Richtung der Z-Achse gleich einer Fahrzeugfahrtrichtung. Die X-Achse ist derart definiert, daß sie sich entlang einer Linie ausdehnt, die senkrecht zu der Z-Achse und parallel zu der Straßenoberfläche verläuft, und eine Y-Achse ist derart definiert, daß sie sich entlang einer Linie ausdehnt, die senkrecht sowohl zu der Z-Achse als auch der X-Achse verläuft. Somit verläuft die Y-Achse parallel zu der Drehachse "I<sub>p</sub>" des Polygonspiegels 31.

In Fig. 8 bezeichnet ein Winkel  $\theta_y$  einen vertikalen

Abtastwinkel, welcher zwischen dem Sendestrahl 101, der von dem Polygonspiegel 31 reflektiert wird, und der XZ-Ebene definiert ist, die im wesentlichen parallel zu der Straßenoberfläche verläuft. Ein Winkel  $\theta_x$  ist ein seitlicher Abtastwinkel, welcher zwischen einer Projektionslinie des Sendestrahls 101, der auf die XZ-Ebene projiziert wird, und der Z-Achse definiert ist. Ein Berechnen sowohl des vertikalen Abtastwinkels  $\theta_y$  als auch des seitlichen Abtastwinkels  $\theta_x$  ermöglicht es, den vertikalen Abtastbereich und den seitlichen Abtastbereich des Meßbereichs 81 zu erzielen.

Fig. 9A zeigt eine Winkelbeziehung zwischen dem ankommenden Strahl 102 und dem Polygonspiegel 31. In Fig. 9A ist ein Winkel  $\Phi_h$  ein seitlicher Einfallswinkel, der zwischen der Z-Achse und einer Projektionslinie eines ankommenden Strahls 102 definiert ist, der auf die XZ-Ebene projiziert ist. Ein Winkel  $\Phi_v$  ist ein vertikaler Einfallswinkel, der zwischen dem ankommenden Strahl 102 selbst und der XZ-Ebene definiert ist.

Fig. 9B zeigt eine Winkelbeziehung zwischen dem Polygonspiegel 31 und seiner Spiegelsenkrechten. In Fig. 9B ist ein Winkel  $\Phi_r$  ein Spiegeldrehwinkel, der zwischen der Z-Achse und einer Projektionslinie einer Spiegelsenkrechten 103 definiert ist, die auf die XZ-Ebene projiziert ist. Ein Winkel  $\Phi_t$  ist ein Neigungswinkel, der zwischen der Spiegelsenkrechten 103 selbst und der XZ-Ebene definiert ist.

Der seitliche Abtastwinkel  $\theta_x$  und der vertikale Abtastwinkel  $\theta_y$  sind durch die folgenden Gleichungen unter Verwendung der vorhergehenden vier Parameter  $\Phi_h$ ,  $\Phi_v$ ,  $\Phi_r$  und  $\Phi_t$ , die in den Fig. 9A und 9B definiert sind, ausgedrückt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(x/z) \quad (1)$$

$$\theta_y = \tan^{-1}(y/z) \cdot \cos \theta_x \quad (2)$$

Eine Projektionsebene ist als eine Ebene definiert, die senkrecht zu der Z-Achse verläuft und die Z-Achse an einem beliebigen "z" schneidet. In diesem Fall stellen Koordinaten (x, y) einen Schnittpunkt des Sendestrahls auf der Projektionsebene dar.

Aus den vorhergehenden Ausführungen wird die folgende Beziehung gebildet:

$$X = \cos \Phi_v \cdot \cos 2\Phi_t \cdot \sin \Phi_r \cdot \cos(\Phi_r - \Phi_h) + \sin \Phi_v \cdot \sin 2\Phi_t \cdot \sin \Phi_r + \cos \Phi_v \cdot \cos \Phi_r \cdot \sin(\Phi_r - \Phi_h) \quad (3)$$

$$Y = \cos \Phi_v \cdot \sin 2\Phi_t \cdot \cos(\Phi_r - \Phi_h) - \sin \Phi_v \cdot \cos 2\Phi_t \quad (4)$$

$$Z = \cos \Phi_v \cdot \cos 2\Phi_t \cdot \cos \Phi_r \cdot \cos(\Phi_r - \Phi_h) + \sin \Phi_v \cdot \sin 2\Phi_t \cdot \cos \Phi_r - \cos \Phi_v \cdot \sin \Phi_r \cdot \sin(\Phi_r - \Phi_h) \quad (5)$$

Somit erzielt eine Berechnung unter Verwendung der vorhergehenden Gleichungen (1) bis (5) den vertikalen Abtastbereich und den seitlichen Abtastbereich des Meßbereichs 81.

Fig. 10A zeigt einen Zustand, in dem der einfallende Strahl 102 mit einem bedeutenden vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v$  bezüglich der XZ-Ebene ankommt, die senkrecht zu der Drehachse "I<sub>p</sub>" des Polygonspiegels 31 verläuft. Fig. 10B zeigt einen Zustand in dem der einfallende Strahl 102 ohne Gradienten (das heißt, der vertikale Einfallswinkel  $\Phi_v = 0$ ) bezüglich der XZ-Ebene ankommt. Zum Vergleich wird der seitliche Abtastbereich



in dem Meßbereich erklärt. Bei diesem Vergleich trägt der vertikale Abtastwinkel  $\theta_y$  des Sendestrahl 101 Null. Anders ausgedrückt tastet der Sendestrahl 101 den gegebenen Meßbereich entlang der X-Achse ab. Ein Vergleich wird durch Drehen des Polygonspiegels 31 mit dem gleichen Winkel durchgeführt, um den Abtastwinkel in der rechten und linken Richtung zu vergleichen.

Zuerst wird der Abtastwinkel für Fig. 10A erklärt.

Wie es in Fig. 10A gezeigt ist, kommt ein einfallender Strahl 102 mit einem vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v$  bezüglich der Ebene, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft (das heißt, der XZ-Ebene), an. Ein praktischer Wert für den vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v$  beträgt  $48^\circ$ . Zur Vereinfachung ist der seitliche Einfallswinkel  $\Phi_h$  auf Null eingestellt. Hierbei wird der Spiegelnigungswinkel  $\theta_i$   $24^\circ$ , der eindeutig unter der Voraussetzung erzielt wird, daß  $\theta_y = 0^\circ$  und  $\Phi_v = 48^\circ$  beträgt.

Wenn der Polygonspiegel 31 innerhalb eines Winkelbereichs von  $\pm 5^\circ$  bezüglich der Z-Achse gedreht wird (das heißt, Spiegeldrehwinkel  $\Phi_r = 5^\circ$ ), wird der seitliche Abtastwinkel  $\theta_x$  auf die folgende Weise erzielt. Das heißt, auf der Grundlage der vorhergehenden Einstellungen von  $\Phi_v = 48^\circ$ ,  $\Phi_h = 0^\circ$ ,  $\Phi_i = 24^\circ$  und  $\Phi_r = 5^\circ$ , wird der seitliche Abtastwinkel  $\theta_x$  ungefähr  $8,34^\circ$  aus einer Berechnung, die die vorhergehenden Gleichungen (1), (3) und (5) verwendet.

Als nächstes wird der Abtastwinkel für Fig. 10B erklärt.

Wie es in Fig. 10B gezeigt ist, kommt der einfallende Strahl 102 entlang der Z-Achse an und erreicht die Spiegeloberfläche des Polygonspiegels 31, die keinen Gradienten ( $\Phi_v = 0$ ) bezüglich der Ebene aufweist, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft. Auf die gleiche Weise wie in dem vorhergehenden Fall ist der seitliche Einfallswinkel  $\Phi_h$  zur Vereinfachung auf Null eingestellt. Hierbei wird der Spiegelnigungswinkel  $\theta_i$  aus den Einstellungen  $\theta_y = 0^\circ$  und  $\Phi_v = 0^\circ$  Null.

Der seitliche Abtastwinkel  $\theta_x$  für den Spiegeldrehwinkel  $\Phi_r = 5^\circ$  wird aus einer Berechnung unter Verwendung der Gleichungen (1), (3) und (5) erzielt. Das heißt, auf der Grundlage der vorhergehenden Einstellungen von  $\Phi_v = 0^\circ$ ,  $\Phi_h = 0^\circ$ ,  $\Phi_i = 0^\circ$  und  $\Phi_r = 5^\circ$ , wird der seitliche Abtastwinkel  $\theta_x$  ungefähr  $10^\circ$ .

Aus der vorhergehenden Beschreibung ist es ersichtlich, daß der seitliche Abtastwinkel  $\theta_x$  mit einem Erhöhen des vertikalen Einfallswinkels  $\Phi_v$ , daß heißt, eines Winkels zwischen dem einfallenden Strahl 102 und der XZ-Ebene, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft, klein wird. Wenn der seitliche Abtastwinkel  $\theta_x$  andererseits auf einen vorbestimmten Wert festgelegt ist, wird der Spiegeldrehwinkel  $\Phi_r$  aus einer Berechnung unter Verwendung der Gleichungen (1), (3) und (5) umgekehrt erzielt. Zum Beispiel wird in Fig. 10A der Spiegeldrehwinkel  $\Phi_r$  zum Erzielen des seitlichen Abtastwinkels  $\theta_x = \pm 10^\circ \pm 6^\circ$ , der größer als  $\pm 5^\circ$  des Falls ist, der in Fig. 10B gezeigt ist.

Kurz gesagt, wenn der vertikale Einfallswinkel  $\Phi_v$  groß wird, ist es im allgemeinen erforderlich, den Spiegeldrehwinkel zu erhöhen, um einen vorbestimmten seitlichen Abtastbereich sicherzustellen.

Als nächstes wird eine Beziehung zwischen dem Spiegeldrehwinkel und der maximalen Abgabefrequenz der Laserdiode erklärt.

Zuerst wird es, wie es in Fig. 11A gezeigt ist, angenommen, daß der einfallende Strahl entlang der Z-Ach-

se kommt und einen Punkt "A" auf einer Spiegeloberfläche des Polygonspiegels 31 erreicht und als ein Sendestrahl 101 zu der linken Seite der Z-Achse mit einem Winkel  $\theta_A$  reflektiert wird. Als nächstes wird, wie es in Fig. 11B gezeigt ist, ein Abtastwinkel des Sendestrahl 101 derart eingestellt, daß er einen Bereich bedeckt, der sich in einer rechtswärtigen Richtung ausdehnt, bis er einen Punkt erreicht, der einem Winkel  $\theta_B$  an der rechten Seite der Z-Achse entspricht. Dies wird durch Drehen des Polygonspiegels 31 um seine Drehachse "lp" in der rechtswärtigen Richtung um einen Wert  $\theta_{AB}$  verwirklicht.

Zum Beispiel beträgt die gesamte Anzahl von Abgaben der Laserdiode, die erforderlich ist, um  $\theta_A = \theta_B = 10^\circ$  zu verwirklichen, 100 pro Spiegeloberfläche, wenn die Winkelneigung auf  $0,2^\circ$  eingestellt ist, um den seitlichen Abtastbereich in 100 Unterbereiche zu teilen. Die maximale Abgabefrequenz der Laserdiode wird auf der Grundlage der gesamten Anzahl von Abgaben, des Spiegeldrehwinkels  $\theta_{AB}$  und der Drehzahl des Polygonspiegels 31 bestimmt.

Zum Beispiel wird bei dem vorhergehend erklärten Fall, in dem der einfallende Strahl 102 ohne Gradienten bezüglich der XZ-Ebene ankommt, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft (das heißt,  $\Phi_v = 0^\circ$ ), die maximale Abgabefrequenz der Laserdiode auf die folgende Weise erzielt.

Wenn der seitliche Abtastbereich  $\pm 10^\circ$  beträgt, beträgt ein erforderlicher Spiegeldrehwinkel  $\pm 5^\circ$  (das heißt,  $\theta_{AB} = 10^\circ$ ). Wenn die Drehzahl des Polygonspiegels 31 zum Beispiel 600 l/min beträgt, wird die maximale Abgabefrequenz  $f_{\max}$  der Laserdiode aus der folgenden Gleichung (6) erzielt:

$$f_{\max} = (V/60) \times (360^\circ/\theta_{AB}) \times Ph = 36 \text{ kHz} \quad (6)$$

wobei  $f_{\max}$  die maximale Abgabefrequenz [Hz],

V die Motordrehzahl [1/min]

$\theta_{AB}$  der Spiegeldrehwinkel [ $^\circ$ ], und

Ph die Anzahl von geteilten Unterbereichen in dem seitlichen Abtastbereich ist.

Andererseits wird in dem anderen Fall, in dem der einfallende Strahl 102 mit einem Einfallswinkel von  $48^\circ$  bezüglich der XZ-Ebene ankommt, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft (das heißt,  $\Phi_v = 48^\circ$ ), die maximale Abgabefrequenz der Laserdiode auf die folgende Weise erzielt.

Mit den gleichen Einstellungen, daß der seitliche Abtastbereich  $\pm 10^\circ$  beträgt und die Drehzahl des Polygonspiegels 31 600 l/min beträgt, wird ein erforderlicher Spiegeldrehwinkel  $\pm 6^\circ$  (das heißt  $\theta_{AB} = 12^\circ$ ) und die maximale Abgabefrequenz  $f_{\max}$  der Laserdiode wird  $f_{\max} 30 \text{ kHz}$  aus der Gleichung (6).

Als nächstes wird eine Änderung der maximalen Abgabefrequenz unter Bezugnahme auf ein Zeitablaufdiagramm erklärt.

Gemäß der Anordnung, die zuvor beschrieben worden ist, weist der Polygonspiegel 31 insgesamt sechs Spiegeloberflächen auf, die mit unterschiedlichen Winkeln geneigt sind. Somit besteht der Meßbereich 81 aus sechs getrennten Bereichen in der aufwärtigen und abwärtigen Richtung, wie es in Fig. 5 gezeigt ist. Der Meßbereich 81 wird während einer vollständigen Drehung (3600) des Polygonspiegels 31 vollständig abgetastet.

Fig. 12 zeigt ein Zeitablaufdiagramm, das den Abgabezeitpunkt der Laserdiode in diesem Fall darstellt. Wie es in Fig. 12 gezeigt ist, bewirkt während eines Zeitintervalls T1 für eine vollständige Drehung des Polygon-

spiegels 31 die Laserdiode insgesamt sechs aufeinanderfolgende Abgaben, die den sechs Spiegeloberflächen des Polygonspiegels 31 entsprechen, von denen jede während eines Zeitintervalls T2 fortbesteht. Dieses Zeitintervall T2 entspricht dem Spiegeldrehwinkel  $\theta_{AB}$ . In Fig. 12 stellt eine Zeit T3 ein Zeitintervall von Abgaben der Laserdiode dar. T3 wird aus dem seitlichen Abtastwinkelbereich und der Anzahl von seinen geteilten Unterbereichen bestimmt. Anders ausgedrückt ist T3 ein Kehrwert der maximalen Abgabefrequenz.

Unter Verwendung dieses Zeitablaufdiagramms werden die vorhergehenden Beispiele erneut erklärt. In dem Fall, in dem der einfallende Strahl mit  $0^\circ$  bezüglich der Ebene ankommt, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft, beträgt die maximale Abgabefrequenz 36 kHz. Deshalb beträgt T3 ungefähr 28  $\mu$ s. Andererseits beträgt in dem Fall, in dem der einfallende Strahl mit  $48^\circ$  bezüglich der Ebene ankommt, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft, die maximale Abgabefrequenz 30 kHz. Deshalb beträgt T3 ungefähr 33  $\mu$ s. Somit kann das Abgabintervall um ungefähr 20% vergrößert werden.

Aus der vorhergehenden Beschreibung ist es ersichtlich, daß die maximale Abgabefrequenz mit einem Erhöhen des vertikalen Einfallswinkels  $\Phi_v$ , das heißt, des Winkels zwischen dem ankommenden Strahl und der Ebene, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 31 verläuft, erhöht werden kann. Demgemäß ermöglicht es die Anordnung dieses Ausführungsbeispiels, das Abgabintervall der Laserdiode zu erhöhen. Dies ist dadurch vorteilhaft, daß die Datenverarbeitungszeit ausreichend verlängert werden kann.

Weiterhin kann auch dann, wenn die Winkelnähegung ausreichend verringert ist, um die Auflösung in der Abtastwinkelrichtung zu verbessern, die Laserleistung des Sendestrahls an einem ausreichenden Pegel aufrechterhalten werden. Wie es vorhergehend erklärt worden ist, wird die Ladezeit des Kondensators entgegengesetzt verringert, wenn die maximale Abgabefrequenz erhöht wird. Deshalb zwingt die Erhöhung der maximalen Abgabefrequenz den Kondensator möglicherweise, seine Energie zu entladen, bevor er ausreichend geladen ist. Dies führt zu einer Abgabe eines Sendestrahls, dem Laserleistung fehlt. Jedoch kann die Anordnung dieses Ausführungsbeispiels die maximale Abgabefrequenz verringern, um die Ladezeit des Kondensators zu erhöhen. Somit ist es möglich, sicher einen Sendestrahl mit einem ausreichenden Pegel einer Laserleistung abzugeben.

Eine andere Wirkung der Anordnung des ersten Ausführungsbeispiels wird erklärt.

Zum Vergleich zeigt Fig. 13 eine Radarvorrichtung, die einen Polygonspiegel 131 mit Spiegeloberflächen, die mit unterschiedlichen Winkeln geneigt sind, und eine Halbleiterlaserdiode 121 aufweist, die schräg vor dem Polygonspiegel 131 angeordnet ist. Die Halbleiterlaserdiode 121 gibt einen Infrarotpulsstrahl in einer Richtung ab, die parallel zu der Ebene verläuft, die senkrecht zu der Drehachse "lp" des Polygonspiegels 131 verläuft, um einen zweidimensionalen Abtastvorgang durchzuführen. In Fig. 13 bezeichnet das Bezugszeichen 123 eine Kollimatorlinse, bezeichnet das Bezugszeichen 132 einen Polygonabtastmotor, bezeichnet das Bezugszeichen 140 eine Sendelinse, bezeichnet das Bezugszeichen 150 eine Aufnahmelinse, bezeichnet das Bezugszeichen 160 ein Lichtaufnahmeelement und bezeichnet das Bezugszeichen 170 eine Berechnungsschaltungsplatte.

Fig. 14 zeigt einen Meßbereich 181, der aus den vorhergehenden Gleichungen (1) bis (5) erzielt wird. Wie es aus Fig. 14 ersichtlich ist, wird der vertikale Abtastwinkel  $\theta_y$  an der rechten (+) Seite der X-Achse größer als an der linken (-) Seite der X-Achse. Somit wird gemäß der Anordnung dieses Vergleichsbeispiels der Abtastbereich in der vertikalen Richtung verzerrt. Die tatsächliche Form des sich ergebenden Meßbereichs 181 wird ein Trapez. Um den Unterschied zu zeigen, zeigt eine gestrichelte Linie einen optimalen Meßbereich 183, der ein Rechteck ist.

Der verzerrte Meßbereich 181, der in Fig. 14 gezeigt ist, ist dadurch nachteilhaft, daß eine bedeutende Höhe eines Spalts 184 (das heißt, eines nicht erkennbaren Bereichs) zwischen angrenzenden Sendestrahlen 182 an der rechten Seite erzeugt wird. Wenn sich ein reflektierender Abschnitt eines Meßobjekts, wie zum Beispiel ein Reflektor eines Fahrzeugs, in diesem Spalt befindet, wird ein Messen des Objekts fehlschlagen. Um diese Art eines unerwünschten Spalts 184 zu beseitigen, ist es möglich, den vertikalen Abtastwinkel  $\theta_y$  zu verschmälern. Jedoch ist dies nicht erwünscht, da der vertikale Abtastwinkel  $\theta_y$  an der linken Seite übermäßig verschmälert wird. Als ein weiteres Verfahren zum Beseitigen dieser Spalte ist es möglich, den Strahlwinkel des Sendestrahls auszudehnen. Jedoch ist dieses Verfahren ebenso dadurch nachteilhaft, daß die Leistungsdichte des Laserstrahls mit einem Verringern eines erreichbaren Abstands des Sendestrahls verringert wird. Außerdem werden rechte und linke Unterschiede der Abmessung des Sendestrahlens und der Leistungsdichte eine Streuung in dem erfaßbaren Abstand verursachen. Auf diese Weise ruft der verzerrte Meßbereich viele und ernsthafte Probleme hervor.

Um solche unerwünschten Verzerrungen des Meßbereichs in der vertikalen Richtung zu verringern, ist es wirkungsvoll, den seitlichen Einfallswinkel  $\Phi_h$  zu verringern, wie es aus den vorhergehend beschriebenen Gleichungen (1) bis (5) ersichtlich ist.

Die Verzerrung des Meßbereichs kann auf die folgende Weise größenmäßig bestimmt werden.

In Fig. 14 bezeichnet  $\Delta\theta_y$  eine Differenz des vertikalen Abtastwinkels  $\theta_y$  zwischen den rechten und linken Rändern des verzerrten Meßbereichs 181, während  $\theta_{y0}$  den vertikalen Abtastwinkel an dem seitlichen Mittelpunkt des Meßbereichs 181 bezeichnet. Ein Verhältnis von  $\Delta\theta_y$  zu  $\theta_{y0}$  ist als ein vertikaler Verzerrungsfaktor  $\epsilon_y$  definiert.

$$\epsilon_y = (\Delta\theta_y / \theta_{y0}) \times 100 [\%] \quad (7)$$

Fig. 15 zeigt ein Berechnungsergebnis des vertikalen Verzerrungsfaktors  $\epsilon_y$ , das heißt, eine Beziehung zwischen dem seitlichen Einfallswinkel  $\Phi_h$  und der Verzerrung des Meßbereichs 181. Wie es aus Fig. 15 ersichtlich ist, verringert sich der vertikale Verzerrungsfaktor  $\epsilon_y$  mit einem Verringern des seitlichen Einfallswinkels  $\Phi_h$ . An dem kleinsten vertikalen Verzerrungsfaktor (das heißt,  $\Phi_h = 0$ ) beträgt der vertikale Verzerrungsfaktor  $\epsilon_y$  Null. Der Meßbereich 181 wird in diesem Fall ein regelmäßiges Rechteck. Für einen größeren vertikalen Verzerrungsfaktor ist die Form des Meßbereichs 181 ein Trapez, wie es in Fig. 14 gezeigt ist.

Als ein praktischer Bereich ist es experimentell bestätigt, daß es keine bedeutende Verzerrung gibt, wenn der vertikale Verzerrungsfaktor  $\epsilon_y$  nicht größer als 5%, vorzugsweise nicht größer als 3%, ist. Demgemäß ist es bevorzugt, daß der seitliche Einfallswinkel  $\Phi_h$  nicht grö-



ber als  $48^\circ$ , bevorzugter nicht größer als  $35^\circ$ , ist. Weiterhin ist es bevorzugt, daß der seitliche Einfallswinkel  $\Phi_h$  nicht größer als der maximale Abtastwinkel in der X-Richtung ist.

Jedoch läßt die Anordnung der Vergleichsradarvorrichtung, die in Fig. 13 gezeigt ist, aufgrund einer Interferenz zwischen dem Reflexionsstrahl und dem Körper der Halbleiterlaserdiode oder ihrer Befestigungsplatte nicht zu, den seitlichen Einfallswinkel  $\Phi_h$  zu verringern.

Im Gegensatz dazu läßt die Anordnung des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zu, den seitlichen Einfallswinkel  $\Phi_h$  ohne jede Interferenz auf Null zu verringern, da der Pulsstrahl von der oberen Vorderseite des Polygonspiegels 31 abgestrahlt wird. Anders ausgedrückt ermöglicht es das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, die Verzerrung des Meßbereichs vollständig zu korrigieren. Weiterhin kann die Abmessung des Laserabgabebereichs verringert werden. Somit schafft das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine kompakte Radarvorrichtung.

Wie es in Fig. 16 gezeigt ist, wird aufgrund der Anordnung, daß der Pulsstrahl mit einem seitlichen Einfallswinkel  $\Phi_{hh}=0^\circ$  und mit einem bedeutenden vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v$  bezüglich der Ebene abgestrahlt wird, die senkrecht zu der Achse des Polygonspiegels 31 verläuft, der Meßbereich 81, der von dem ersten Ausführungsbeispiel verwirklicht wird, vollständig symmetrisch um die Y-Achse, obgleich die rechten und linken Ränder verglichen mit dem optimalen Meßbereich 83 geringfügig verzerrt sind. Jedoch ist diese Verzerrung im Hinblick auf die Tatsache nicht so bedeutend, daß der Meßbereich für herkömmliche Radarvorrichtungen einen breiten seitlichen Winkelbereich ( $10^\circ$  bis  $20^\circ$ ) und einen verhältnismäßig schmalen vertikalen Winkelbereich ( $3^\circ$  bis  $4^\circ$ ) aufweist. Weiterhin ist der vertikale Abtastbereich an jeder Abtaststelle konstant. Dies ist nützlich, um einen unerwünschten Spalt 184 (das heißt, einen nicht erkennbaren Bereich) zu beseitigen, der unter Bezugnahme auf Fig. 14 erklärt worden ist.

Als nächstes werden bevorzugte Werte für den vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v$  erklärt.

Fig. 17 zeigt eine Beziehung zwischen dem vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v$  und der LD- bzw. Laserdiodenabgabefrequenz oder einer Abgabeoptiklänge "L" (vergleiche Fig. 6A).

In Fig. 17 ist die maximale LD-Abgabefrequenz eine maximale Frequenz des Laserstrahls, der unter den Bedingungen abgegeben wird, das die Motordrehzahl 600 l/min beträgt, der seitliche (rechte und linke) Meßbereich  $\pm 10^\circ$  beträgt und die Abgabeneigung  $0,20$  beträgt. Die maximale LD-Abgabefrequenz verringert sich mit einem Erhöhen des vertikalen Einfallswinkels  $\Phi_v$ .

Die Abgabeoptiklänge "L" ist eine minimale horizontale Länge, die einen Bereich von dem äußersten (linken) Ende "S1" der Halbleiterdiode 21 zu dem äußersten (rechten) Ende "S2" eines Spiegels 24, der in Fig. 6A gezeigt ist, unter der Bedingung bedeckt, daß der Außenumfangsrand des Polygonspiegels 31 nicht die Grenze "L1" überschreitet und ein Abstand zwischen der Halbleiterlaserdiode 21 und dem Polygonspiegel 31 konstant ist.

Wie es unter Bezugnahme auf Fig. 3 erklärt ist, muß die Stelle des Spiegels 24 nach rechts verschoben werden, wenn der vertikale Einfallswinkel  $\Phi_v = \alpha$  verringert wird, da sich die Halbleiterlaserdiode 21 und der Polygonspiegel 31 in einer feststehenden Beziehung befinden.

den. Anders ausgedrückt, die Abgabeoptiklänge "L" erhöht sich, wenn sich der vertikale Einfallswinkel  $\Phi_v$  verringert.

Unterdessen muß, wenn der vertikale Einfallswinkel  $\Phi_v$  groß wird, der Neigungswinkel ( $\Phi_i$ ) des Polygonspiegels 31 stark erhöht werden. Ein Erhöhen des Neigungswinkels ( $\Phi_i$ ), um einen ausreichenden Bereich zum Reflektieren des Sendestrahls sicherzustellen, führt zu einem Erhöhen des Außendurchmessers des Polygonspiegels 31 unter der Bedingung, daß die seitliche Breite "B" jeder Spiegeloberfläche (vergleiche Fig. 6B) unverändert bleibt. Somit wird die Abgabeoptiklänge "L" erhöht.

Unter Berücksichtigung der maximalen LD-Abgabefrequenz und der Abmessung der Vorrichtung wird es aus der Beziehung in Fig. 17 abgeleitet, daß ein optimaler Bereich für einen vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v = 25^\circ$  bis  $70^\circ$ , vorzugsweise  $35^\circ$  bis  $60^\circ$ , beträgt.

Wie es aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich ist, ermöglicht es das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, eine kompakte Radarvorrichtung zu schaffen, die einen Meßbereich aufweist, der in der rechten und linken Richtung symmetrisch ist und frei von dem Auftreten von unerwünschten Spalten zwischen Abtastzeilen in dem Meßbereich ist.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Als nächstes wird ein Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem, das die Radarvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält, unter Bezugnahme auf Fig. 18 erklärt.

Wie es in Fig. 18 gezeigt ist, weist das Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine Steuereinrichtung 200, einen Laserradar 210, eine Zeitmeßschaltung 221, einen Drossel- bzw. Drosselklappenöffnungssensor 231, einen Neigungswinkelsensor 232, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 233, eine Bremsenbetätigungsvorrichtung 241, eine Drosselbetätigungsvorrichtung 242, eine Automatikgetriebe-Betätigungsvorrichtung 243 und eine Anzeigeeinheit 244 auf.

Der Laserradar 210 weist eine Laserdiode bzw. LD 211, 25 eine Laserdioden-Betätigungsvorrichtung 212, eine Kollimatorlinse 213, einen Spiegel 214, einen Polygonspiegel 215, einen Polygonabtastmotor 216, eine Motorbetätigungsvorrichtung 217, eine Lichtaufnahmelinse 218, eine Photodiode 219 und eine Lichtaufnahmeschaltung 220 auf.

Der Spiegel 214 ist an einer oberen vorderen Stelle des Polygonspiegels 215 angeordnet. Genauer gesagt wird bei den dreidimensionalen kartesischen Koordinaten, die in dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet werden, der Pulsstrahl mit einem seitlichen Einfallswinkel  $\Phi_h = 0^\circ$  und einem vertikalen Einfallswinkel  $\Phi_v > 0^\circ$  zu dem Polygonspiegel 215 abgestrahlt.

Die LD-Betätigungsvorrichtung 212 und die Motorbetätigungsvorrichtung 217 werden von der Steuereinrichtung 200 gesteuert. Ein Erfassungssignal der Lichtaufnahmeschaltung 220 wird direkt zu der Steuereinrichtung 200 übertragen. Unterdessen wird das Erfassungssignal von der Lichtaufnahmeschaltung 220 zu der Zeitmeßschaltung 221 übertragen. Die Zeitmeßschaltung 221 ist mit der Steuereinrichtung 200 verbunden, so daß das Erfassungssignal über die Zeitmeßschaltung 221 zu der Steuereinrichtung 200 übertragen wird.

Die Zeitmeßschaltung 221 mißt ein Zeitintervall zwischen einem Senden eines Infrarotstrahls (das heißt, einer Lichtabgabezeit der LD 211, die von der Steuerein-

richtung 200 eingegeben wird) und einem Aufnehmen eines zurückgekehrten Strahls (das heißt, einer Lichtaufnahmezeit an der Lichtaufnahmeschaltung 220), wodurch ein Abstand zwischen dem mit dem System ausgestatteten Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug gemessen wird.

Fig. 19 zeigt ein Flußdiagramm, das eine Funktionsweise darstellt, die in dem Berechnungsbereich 200 durchgeführt wird. Als erstes überträgt die Steuereinrichtung 200 im Schritt S10 ein Betätigungssignal zu der LD-Betätigungsverrichtung 212, um zu bewirken, daß die LD 211 Licht abgibt. Dann nimmt die Steuereinrichtung 200 im Schritt S20 ein Erfassungssignal von der Lichtaufnahmeschaltung 220 auf. Im Schritt S30 berechnet die Steuereinrichtung 200 einen Abstand zu einem zu erfassenden Objekt. Genauer gesagt wird der Abstand  $D$  [m] aus der folgenden Gleichung erzielt.

$$D = (t_1 - t_2) \cdot c/2 \quad (8)$$

wobei  $t_1$  [s] eine Lichtaufnahmezeit bezeichnet,  $t_2$  [s] eine Lichtabgabezeit bezeichnet und  $c$  [m/s] die Lichtgeschwindigkeit bezeichnet.

Wenn kein Erfassungssignal ankommt, wird die Verarbeitung im Schritt S30 nicht durchgeführt. Die Berechnungsergebnisse im Schritt S30, das heißt, Abstandsdaten, werden in einem RAM bzw. Direktzugriffsspeicher der Steuereinrichtung 200 gespeichert.

Die Verarbeitung vom Schritt S10 bis zum Schritt S30 wird wiederholt, bis ein Abtastvorgang vollendet ist, der gleich einer Zeile des Meßbereichs ist. Das heißt, im Schritt S40 überprüft die Steuervorrichtung 200, ob ein Abtastvorgang einer Zeile vollendet ist.

Nachdem der Abtastvorgang einer Zeile beendet ist, überprüft die Steuereinrichtung 200 in dem nächsten Schritt S50, ob es irgendwelche Abstandsdaten gibt, die durch den Vorgang im Schritt S30 berechnet worden sind.

Wenn es keine Abstandsdaten gibt, kehrt die Steuereinrichtung 200 zum Schritt S10 zurück. Ansonsten schreitet die Steuereinrichtung 200 zu dem nächsten Schritt S60 fort, um einen Gruppiervorgang eines erfaßten voraus fahrenden Objekts durchzuführen. Dieser Gruppiervorgang wird zum Beispiel durchgeführt, um die Stelle des erfaßten Objekts auf dem Meßbereich und den Abstand von dem mit dem System ausgestatteten Fahrzeug zu kennen oder um jede Änderung der relativen Stelle oder des relativen Abstands des erfaßten Objekts zu überprüfen.

Als nächstes führt die Steuereinrichtung 200 im Schritt S70 auf der Grundlage des Ergebnisses eines solchen Gruppiervorgangs eine Bewertung bezüglich dessen durch, ob das erfaßte Objekt ein Fahrzeug (das heißt, ein wahres Hindernis) oder etwas anderes (zum Beispiel Verkehrs- oder Straßenschilder, die am Straßenrand stehen) ist. Zum Beispiel kann es eine Möglichkeit geben, daß ein erfaßtes Objekt etwas ist, das unter der Bedingung, in der keine ansteigende Straße von dem Neigungswinkelsensor 232 erfaßt worden ist, von einer oberen Richtung in einem kurzen Abstand näherkommt. In einem solchen Fall bewertet die Steuereinrichtung 200 in dem Schritt S70, daß das erfaßte Objekt eine Fußgängerbrücke oder ein Straßenschild ist, die etwas anderes als Fahrzeuge sind. Jedoch fährt die Steuereinrichtung 200 fort, wenn sich ein solches Objekt weit von dem Radar weg befindet, dieses Objekt durch Überprüfen der Änderungen des Objekts in dem relativen Abstand und/oder der relativen Richtung zu überwachen.

Auf diese Weise unterscheidet die Steuereinrichtung 200, was das erfaßte Objekt ist.

Die Verarbeitung vom Schritt S10 bis zum Schritt S70 wird wiederholt, bis der Meßbereich vollständig abgetastet ist. Das heißt, im Schritt S80 bewertet die Steuereinrichtung 200, ob es irgendeine abzutastende Zeile gibt. Dann bewertet die Steuereinrichtung 200 in dem nächsten Schritt S90, ob der Abtastvorgang für den gesamten Meßbereich vollendet ist.

Wenn irgendein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird, überträgt die Steuereinrichtung 200 verschiedene Warndaten zu der Anzeigeeinheit 244 und erzeugt Steuersignale zu der Bremsenbetätigungsverrichtung 241, der Drosselbetätigungsverrichtung 242 und der Automatikgetriebe-Betätigungsverrichtung 243, um einen Sicherheitsabstand auf der Grundlage des erfaßten Abstands aufrechtzuerhalten (Schritt S100).

Die Verarbeitung vom Schritt S10 bis zum Schritt S40 wird innerhalb der Zeitperiode T3 (das heißt, einem Lichtabgabintervall des Pulsstrahls) durchgeführt, die in Fig. 12 gezeigt ist. Die Verarbeitung vom Schritt S10 bis zum Schritt S80 wird innerhalb der Zeitperiode T2 (das heißt, einem Zeitintervall von aufeinanderfolgenden Abgaben für jede Spiegeloberfläche) durchgeführt, die in Fig. 12 gezeigt ist. Die Verarbeitung vom Schritt S10 bis zum Schritt S100 wird innerhalb der Zeitperiode T1 (das heißt, einer Zeitperiode für eine vollständige Drehung des Polygonspiegels 31) durchgeführt, die in Fig. 12 gezeigt ist.

Wenn die Zeitperiode T3 ausreichend lang ist, kann die Berechnungsverarbeitung sicher innerhalb dieser Periode ausgeführt werden, wie es in dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erklärt ist. Somit wird, um die Zeitperiode T3 zu erhöhen, der vertikale Einfallswinkel  $\Phi_v$  unter Bezugnahme auf die Beziehung bestimmt, die in Fig. 17 gezeigt ist.

Gemäß dem Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, wird der Pulsstrahl auf die gleiche Weise wie in dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zu dem Polygonspiegel 215 abgestrahlt. Demgemäß ist es möglich, das Auftreten von unerwünschten Spalten zwischen Abtastzeilen in dem Meßbereich zu beseitigen. Dies ist vorteilhaft, um Fehlverhalten in den Hinderniserfassungen zu beseitigen.

Eine in der vorhergehenden Beschreibung offenbarte Radarvorrichtung weist einen sich drehenden Polygonspiegel mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen auf. Eine Halbleiterlaserdiode und eine Kollimatorlinse sind über dem Polygonspiegel angeordnet. Ein Infrarotpulsstrahl, der von der Laserdiode abgegeben wird, wird von einem Reflexionspiegel reflektiert, der an einer oberen Stelle vor dem Polygonspiegel angeordnet ist, um den Pulsstrahl schräg nach unten zu dem sich drehenden Polygonspiegel hin derart zu reflektieren, daß der Pulsstrahl als ein Sendestrahle reflektiert wird, der zu einem Meßbereich in einer vorderen Richtung hin fortschreitet. Eine Lichtaufnahmeeinrichtung nimmt den Sendestrahle auf, der von einem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs befindet.

#### Patentansprüche

1. Radarvorrichtung, die aufweist:  
einen sich drehenden Polygonspiegel (31; 215) mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln bezüglich einer Drehachse ( $\phi_p$ ) des sich drehenden

Polygonspiegels (31; 215) geneigten Spiegeloberflächen;  
 eine Pulsstrahlseindeinrichtung (20; 211 bis 214) zum Erzeugen eines Sendestrahl (101) zu einem vorbestimmten Meßbereich (81), wobei die Pulsstrahlseindeinrichtung eine Lichtquelle (21; 211) zum Abgeben eines Pulsstrahls (102) aufweist, welcher von dem sich drehenden Polygonspiegel (31; 215) reflektiert wird und zu einem Sendestrahl (101) gewandelt wird, der zu dem vorbestimmten Meßbereich (81) hin fortschreitet; und  
 eine Lichtaufnahmeeinrichtung (50, 60; 218 bis 220) zum Aufnehmen des Sendestrahl, der von einem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs (81) befindet, dadurch gekennzeichnet, daß in einem dreidimensionalen Koordinatensystem, das durch eine Y-Achse, die parallel zu der Drehachse ( $l_p$ ) des sich drehenden Polygonspiegels (31; 215) verläuft, eine Z-Achse, die sich von dem sich drehenden Polygonspiegel (31; 215) zu einem Mittelpunkt des Meßbereichs (81) ausdehnt, und eine X-Achse definiert ist, die senkrecht sowohl zu der Y-Achse als auch der Z-Achse verläuft, der Pulsstrahl (102) in einer Richtung, die mit einem vorbestimmten Winkel ( $\Phi_v = \alpha$ ) bezüglich einer XZ-Ebene (A-A') in dem dreidimensionalen Koordinatensystem geneigt ist, zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird.

2. Radarvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsstrahl (102) mit einem Winkel ( $\Phi_h$ ) in einem Bereich von  $\pm 48^\circ$  bezüglich einer YZ-Ebene in dem dreidimensionalen Koordinatensystem zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird.

3. Radarvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsstrahl (102) mit einem Winkel ( $\Phi_h$ ) in einem Bereich von  $\pm 35^\circ$  bezüglich der YZ-Ebene in dem dreidimensionalen Koordinatensystem zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird.

4. Radarvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsstrahl (102) mit einem Winkel ( $\Phi_h$ ) in einem vorbestimmten Abtastwinkelbereich in der X-Richtung in dem dreidimensionalen Koordinatensystem zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird.

5. Radarvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsstrahl (102) mit einem Winkel ( $\Phi_v$ ), dessen Absolutwert sich in einem Bereich von  $25^\circ$  bis  $70^\circ$  bezüglich der XZ-Ebene in dem dreidimensionalen Koordinatensystem befindet, zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird.

6. Radarvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsstrahl (102) mit einem Winkel ( $\Phi_v$ ), dessen Absolutwert sich in einem Bereich von  $35^\circ$  bis  $60^\circ$  bezüglich der XZ-Ebene in dem dreidimensionalen Koordinatensystem befindet, zu den Spiegeloberflächen abgestrahlt wird.

7. Radarvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulsstrahlseindeinrichtung eine Bündelungseinrichtung (23; 213) zum Bündeln von Licht aufweist, das von der Lichtquelle zu dem sich drehenden Polygonspiegel (31; 215) abgegeben wird.

8. Radarvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulsstrahlseindeinrichtung einen Reflexionspiegel

(24; 214) zum Richten des Pulsstrahls zu dem sich drehenden Polygonspiegel (31; 215) hin aufweist.

9. Radarvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin eine Berechnungseinrichtung (70; 200) zum Berechnen eines relativen Abstands des Objekts von der Radarvorrichtung auf der Grundlage einer Differenz zwischen einem Erzeugen des Pulsstrahls (102) und einem Aufnehmen des Sendestrahl (101) aufweist, der von dem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs (81) befindet.

10. Radarvorrichtung, die aufweist:  
 einen sich drehenden Polygonspiegel (31; 215) mit einer Mehrzahl mit unterschiedlichen Winkeln bezüglich einer Drehachse ( $l_{pp}$ ) des sich drehenden Polygonspiegels (31; 215) geneigten Spiegeloberflächen;

einen Reflexionspiegel (24; 214), der an einer oberen vorderen Stelle angeordnet ist, die von dem sich drehenden Polygonspiegel beabstandet ist, zum Aufnehmen eines Pulsstrahls (102), der von einer Lichtquelle (21; 211) abgegeben wird, und zum derartigen Reflektieren des Pulsstrahls (102) schräg nach unten zu dem sich drehenden Polygonspiegel (31; 215) hin, daß der Pulsstrahl (102) als ein Sendestrahl (101) reflektiert wird, der zu einem Meßbereich (81) in einer vorderen Richtung hin fortschreitet; und

eine Lichtaufnahmeeinrichtung (50, 60) zum Aufnehmen des Sendestrahl (101), der von einem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs (81) befindet.

11. Radarvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin aufweist:

eine Bewertungseinrichtung (200) zum Unterscheiden, ob das sich in dem Meßbereich befindende Objekt ein wahres Hindernis ist; und

eine Sicherheitsabstands-Steuereinrichtung (200) zum Steuern einer Verzögerungssteuereinrichtung (241, 242, 243), um einen Sicherheitsabstand zwischen der Radarvorrichtung und dem Objekt aufrechtzuerhalten, wenn das Objekt ein wahres Hindernis ist.

---

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG. 1

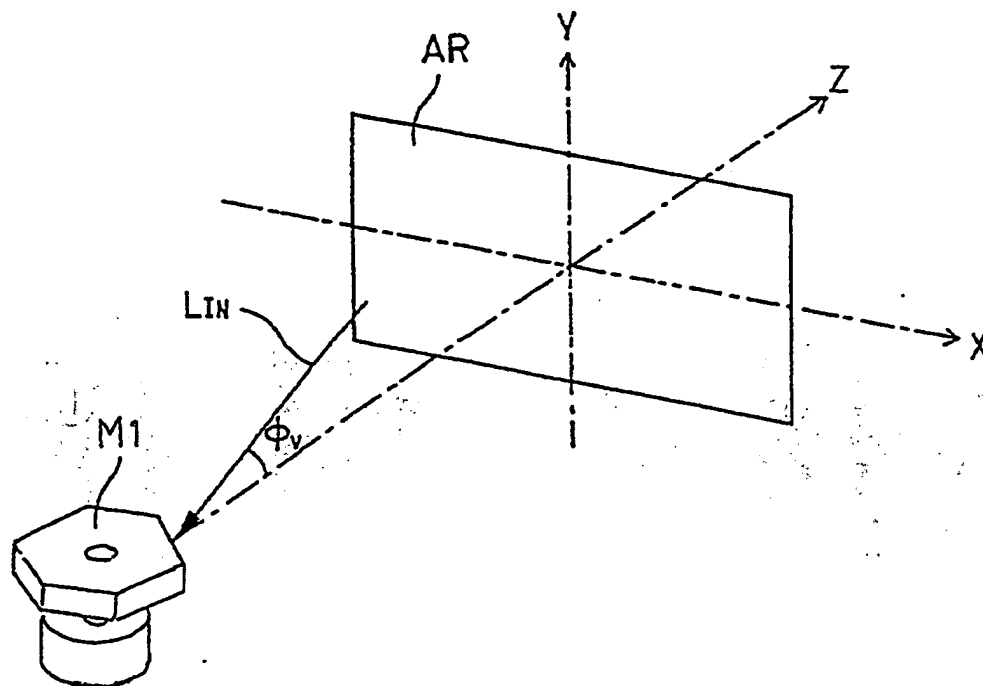


FIG. 2

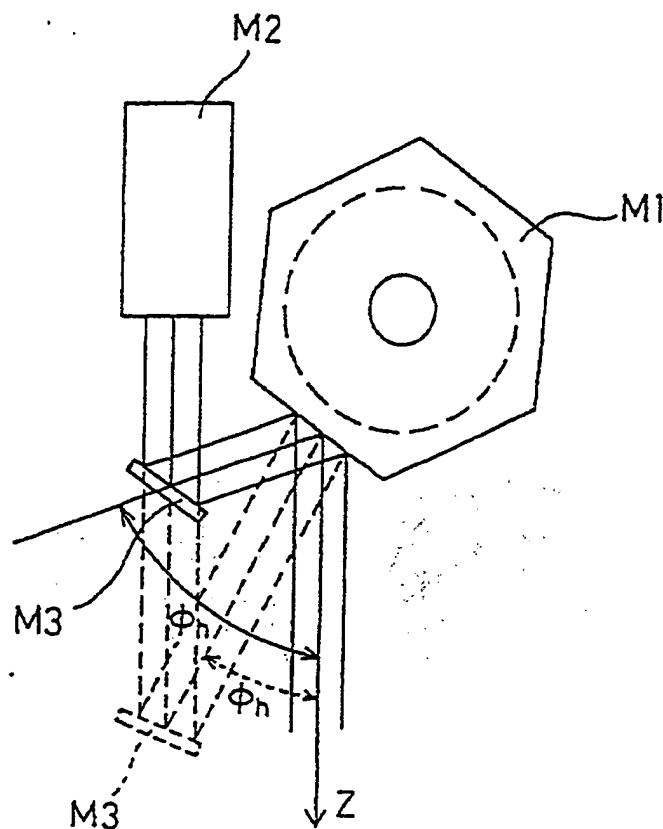


FIG. 3

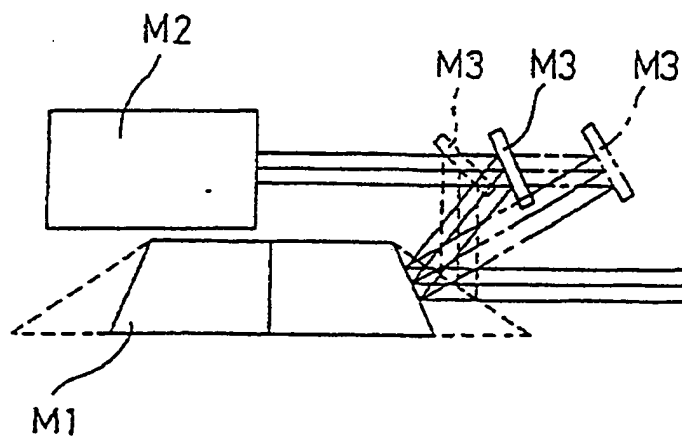




FIG. 4

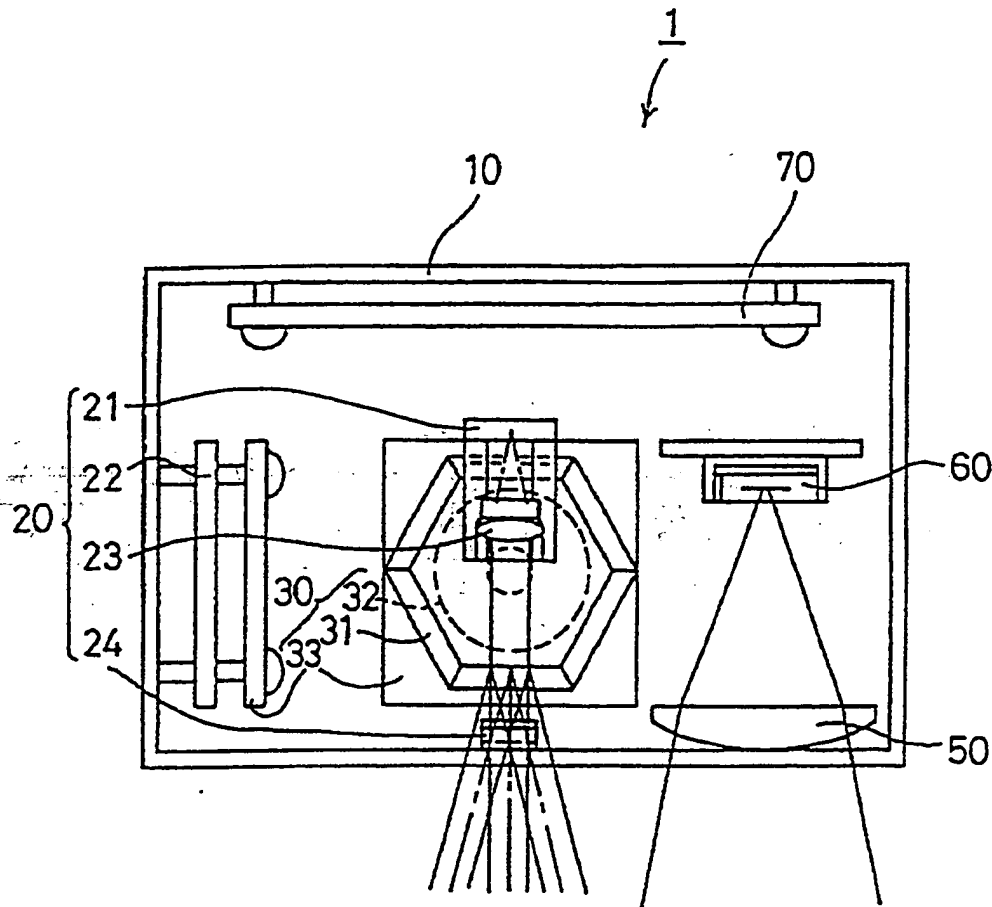


FIG. 5

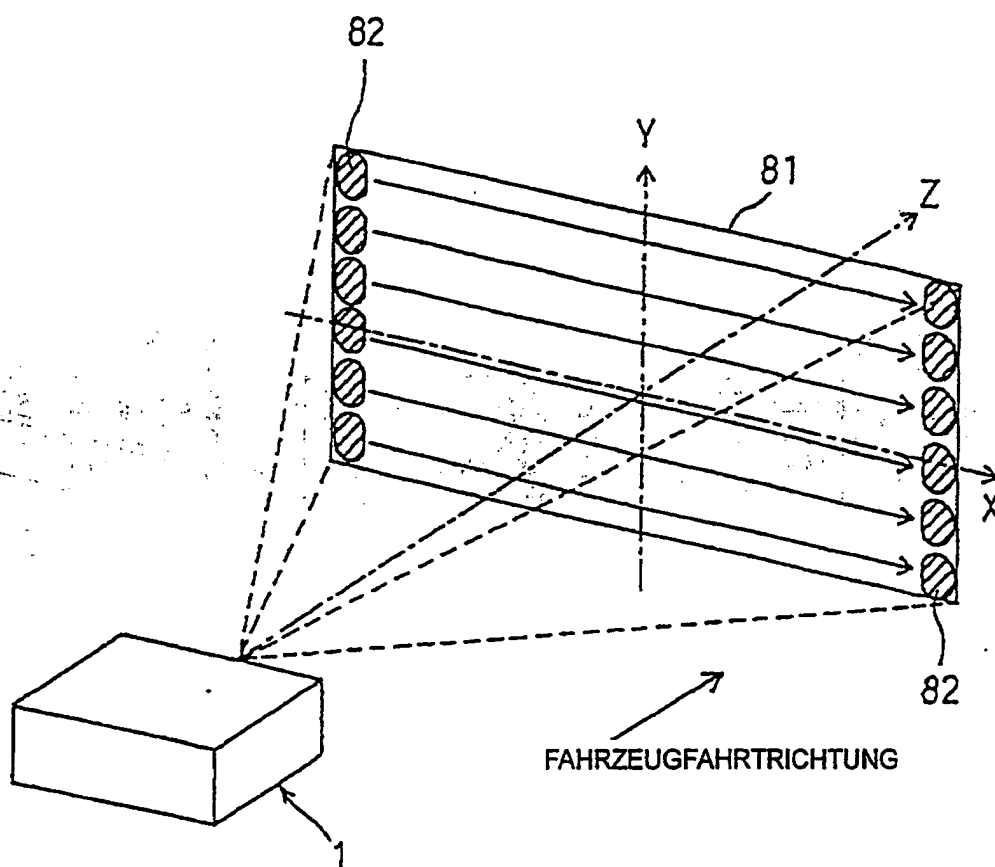


FIG. 6A

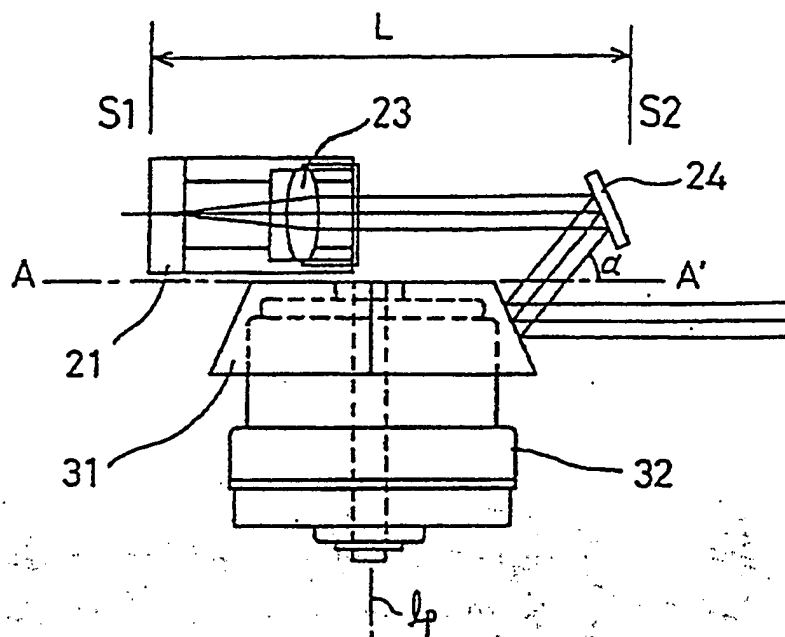


FIG. 6B

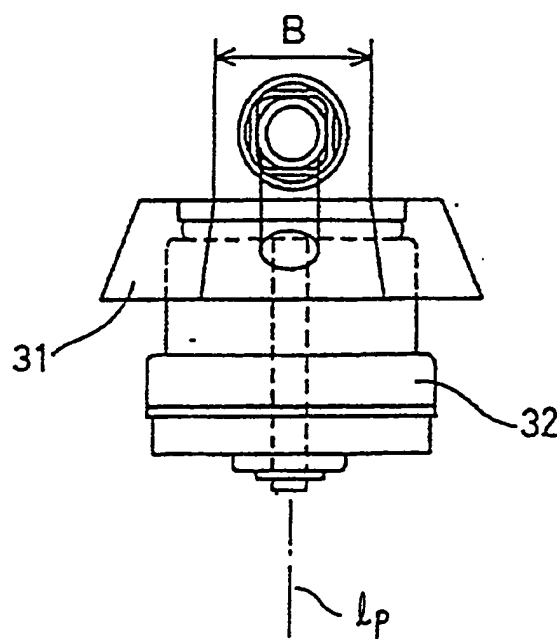


FIG. 7

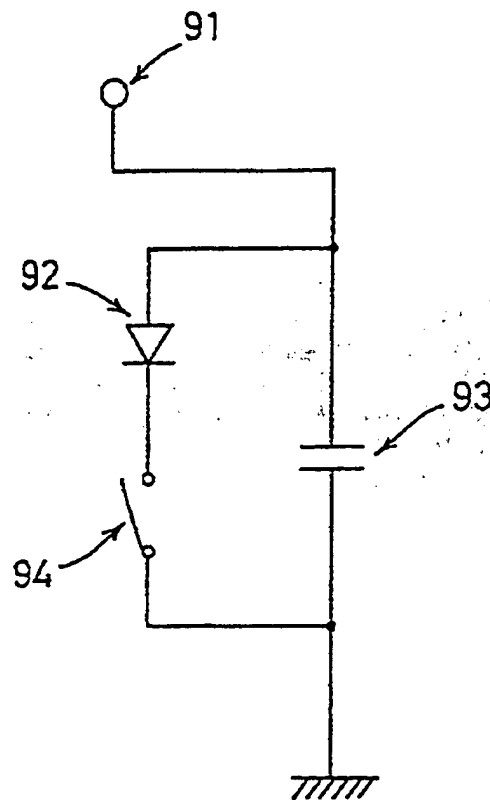


FIG. 8

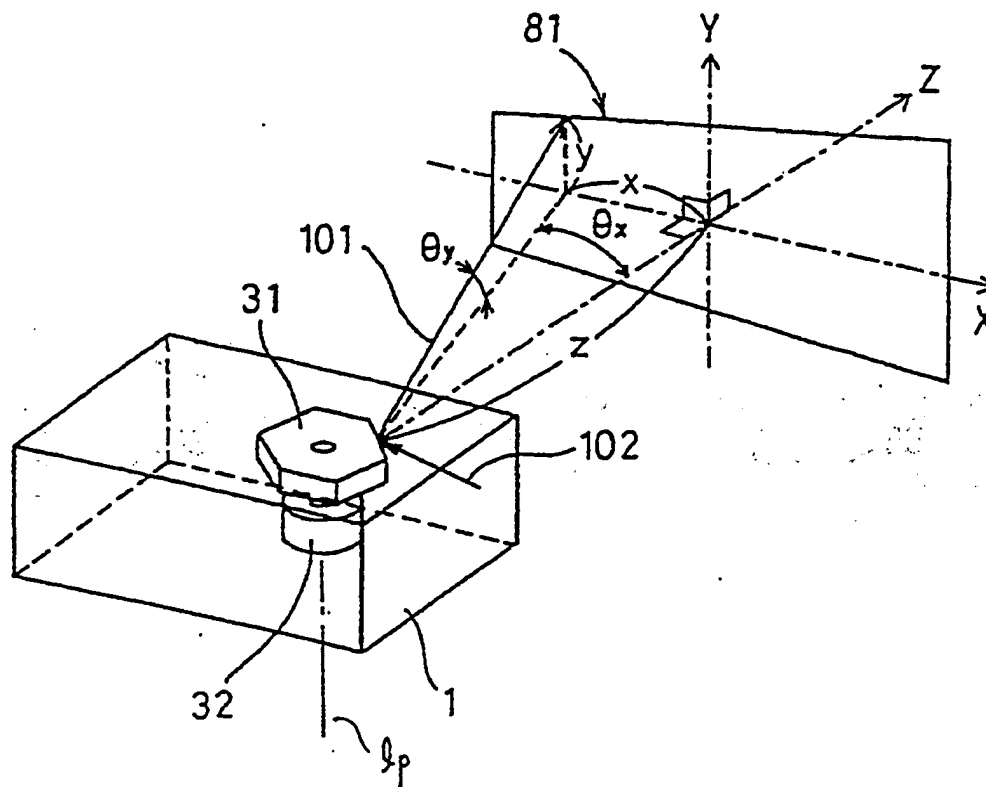


FIG. 9B

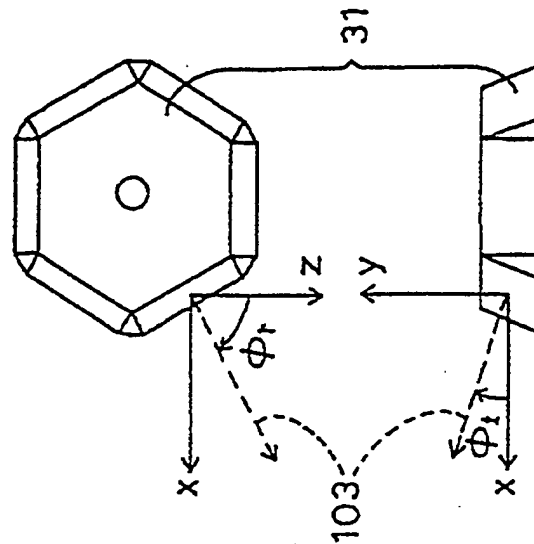


FIG. 9A

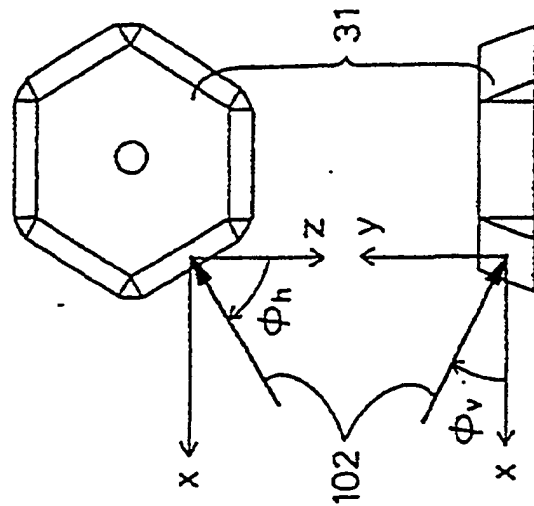




FIG. 10A

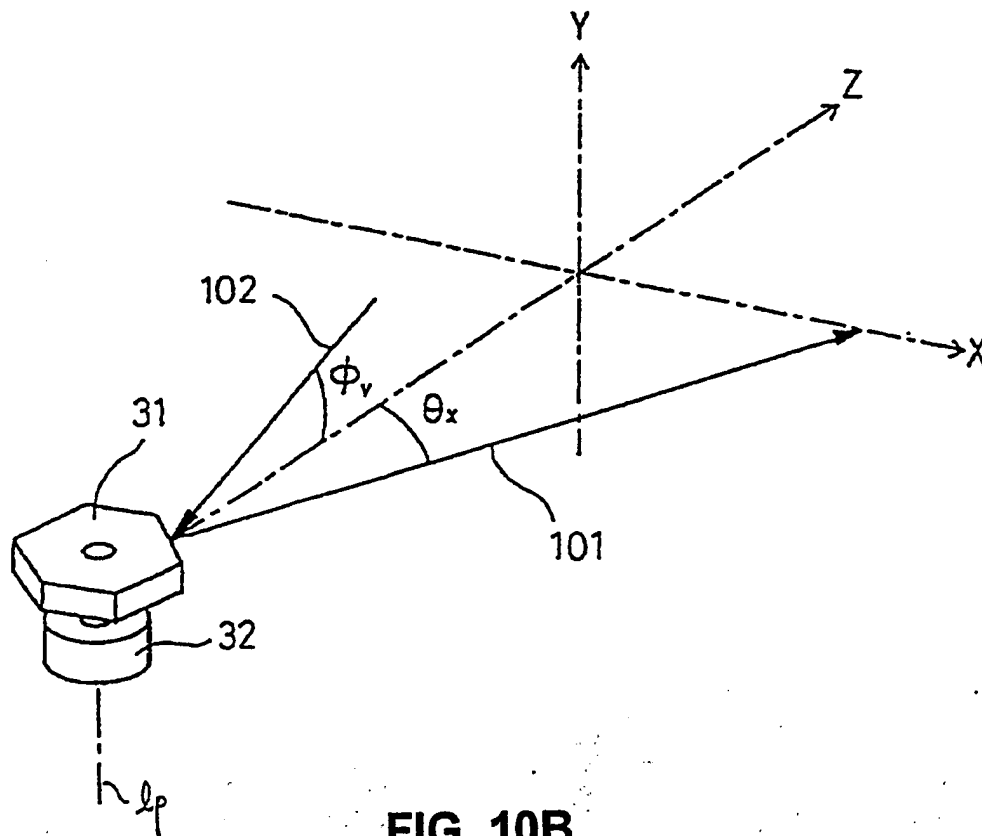


FIG. 10B

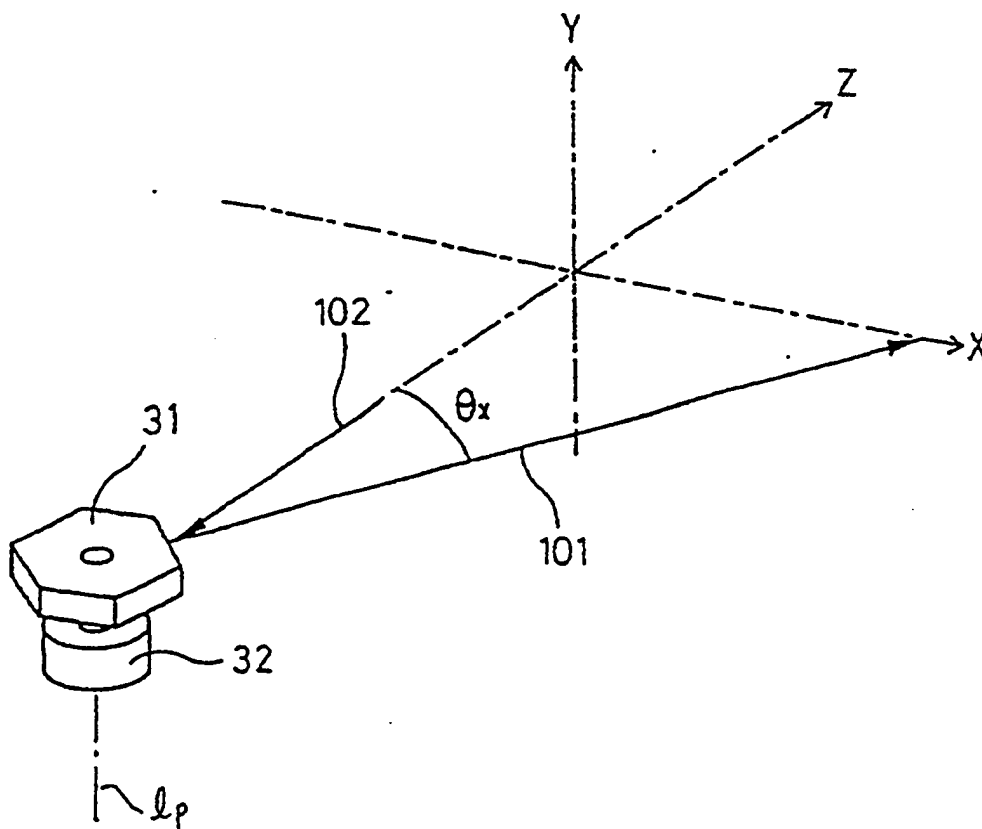


FIG. 11A

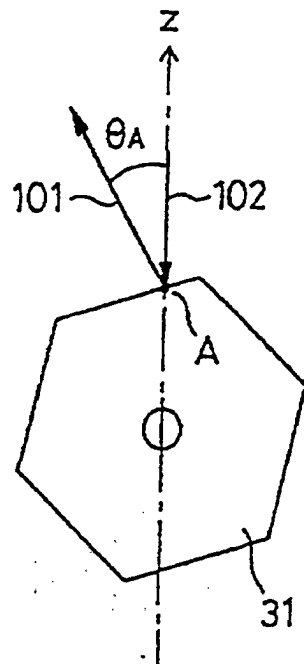


FIG. 11B

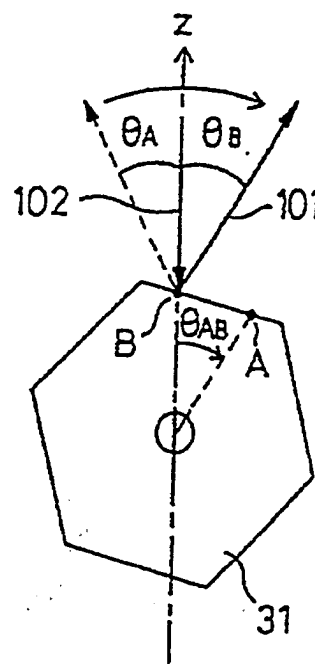


FIG. 12

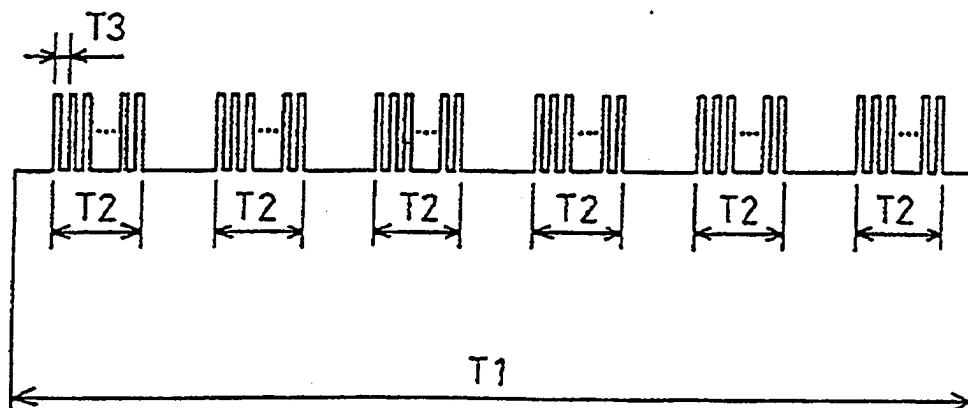


FIG. 13

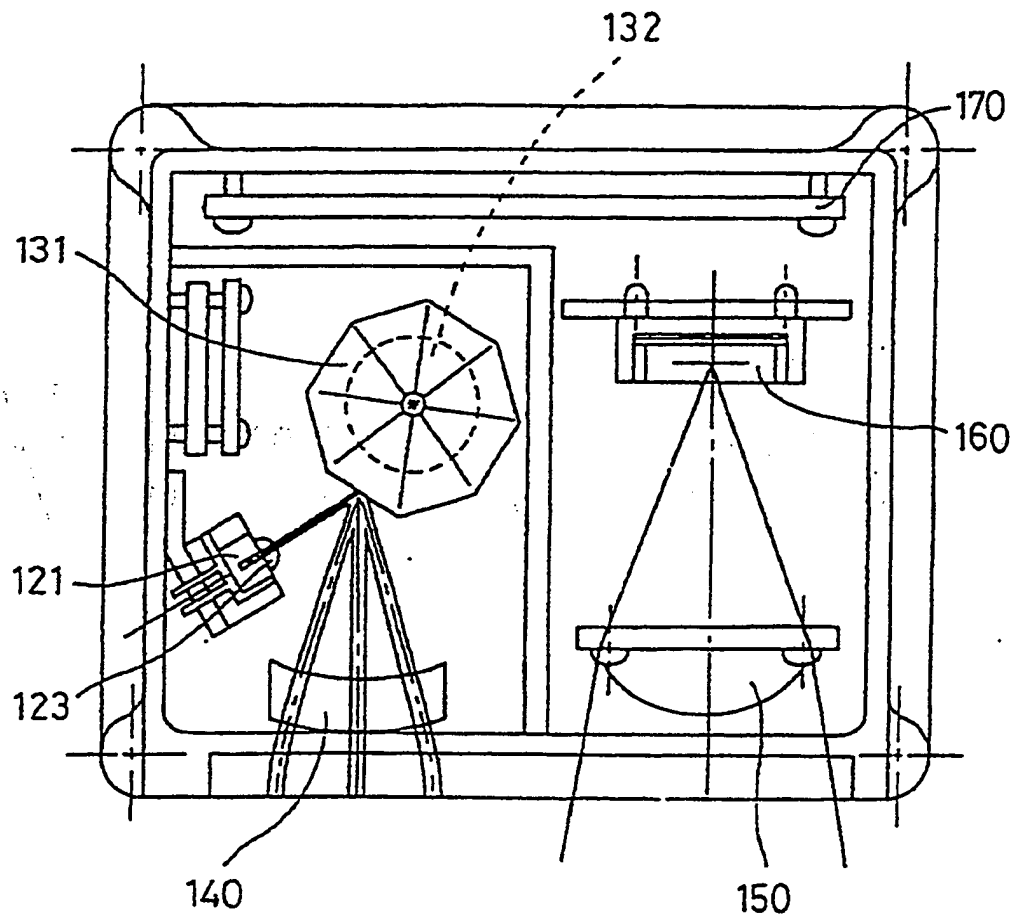


FIG. 14

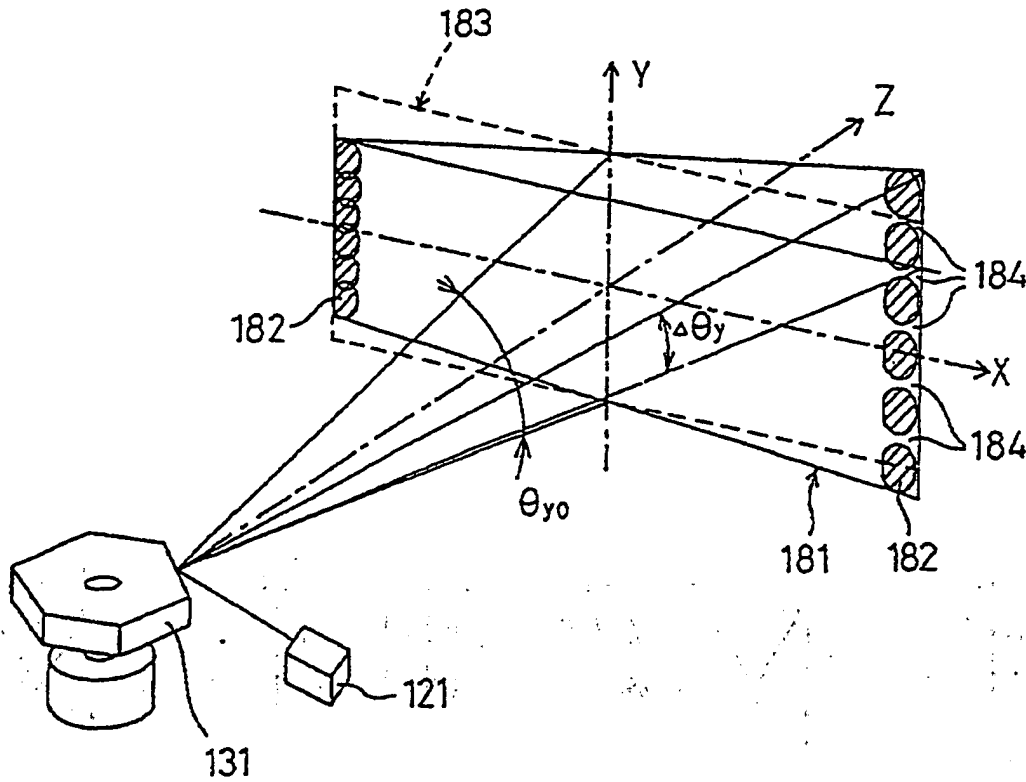


FIG. 15

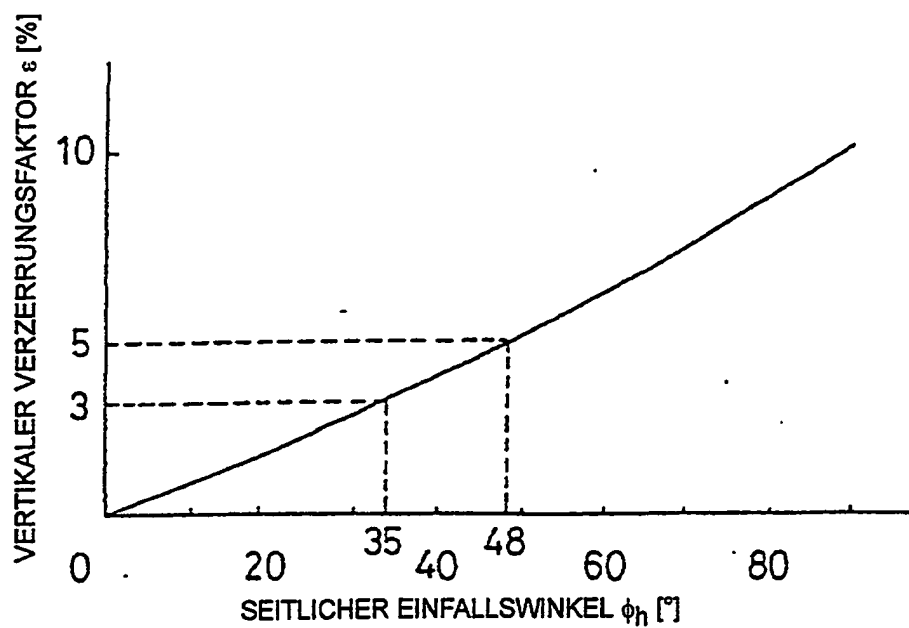


FIG. 16

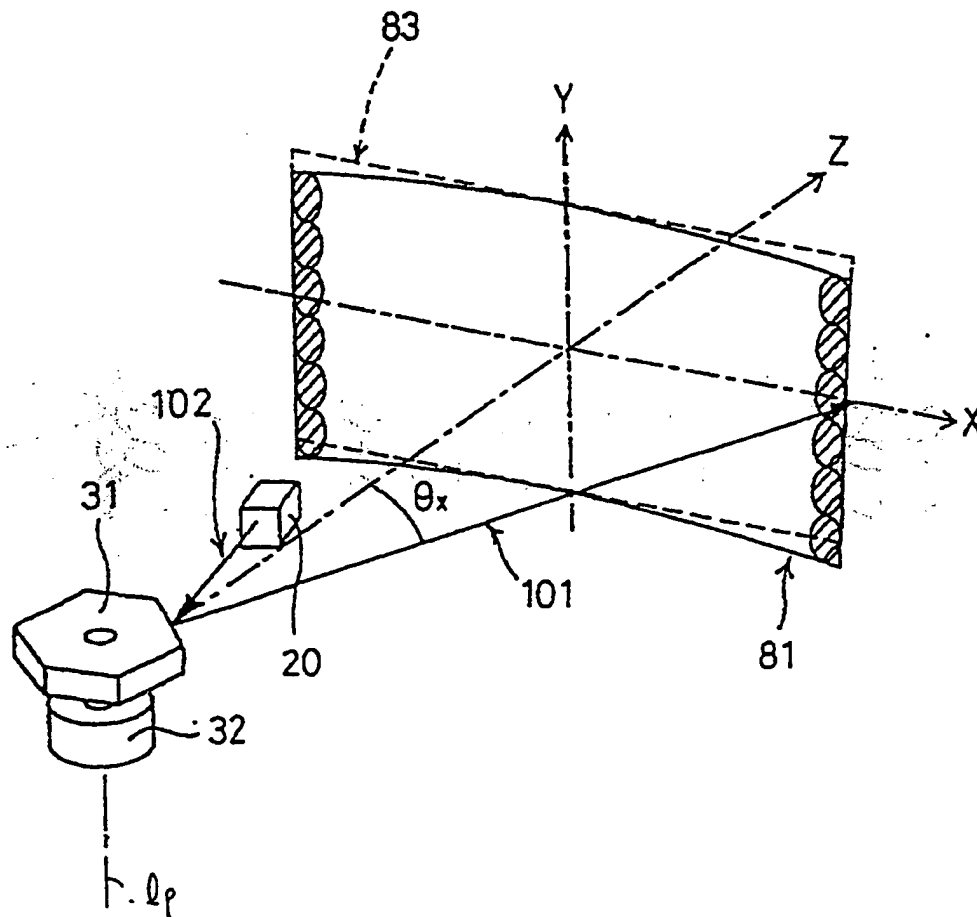


FIG. 17

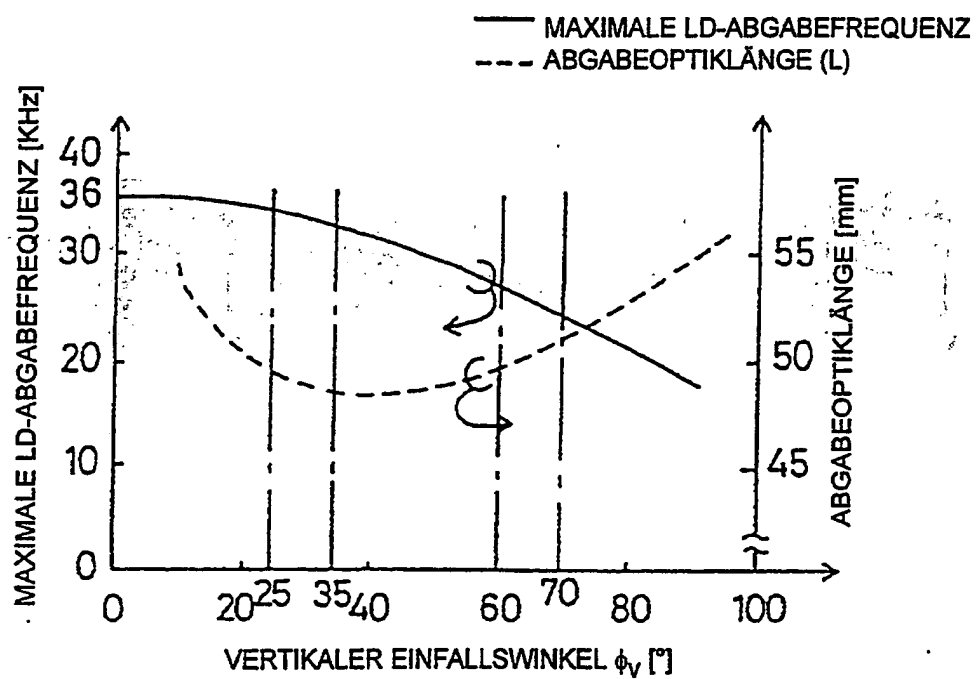




FIG. 18

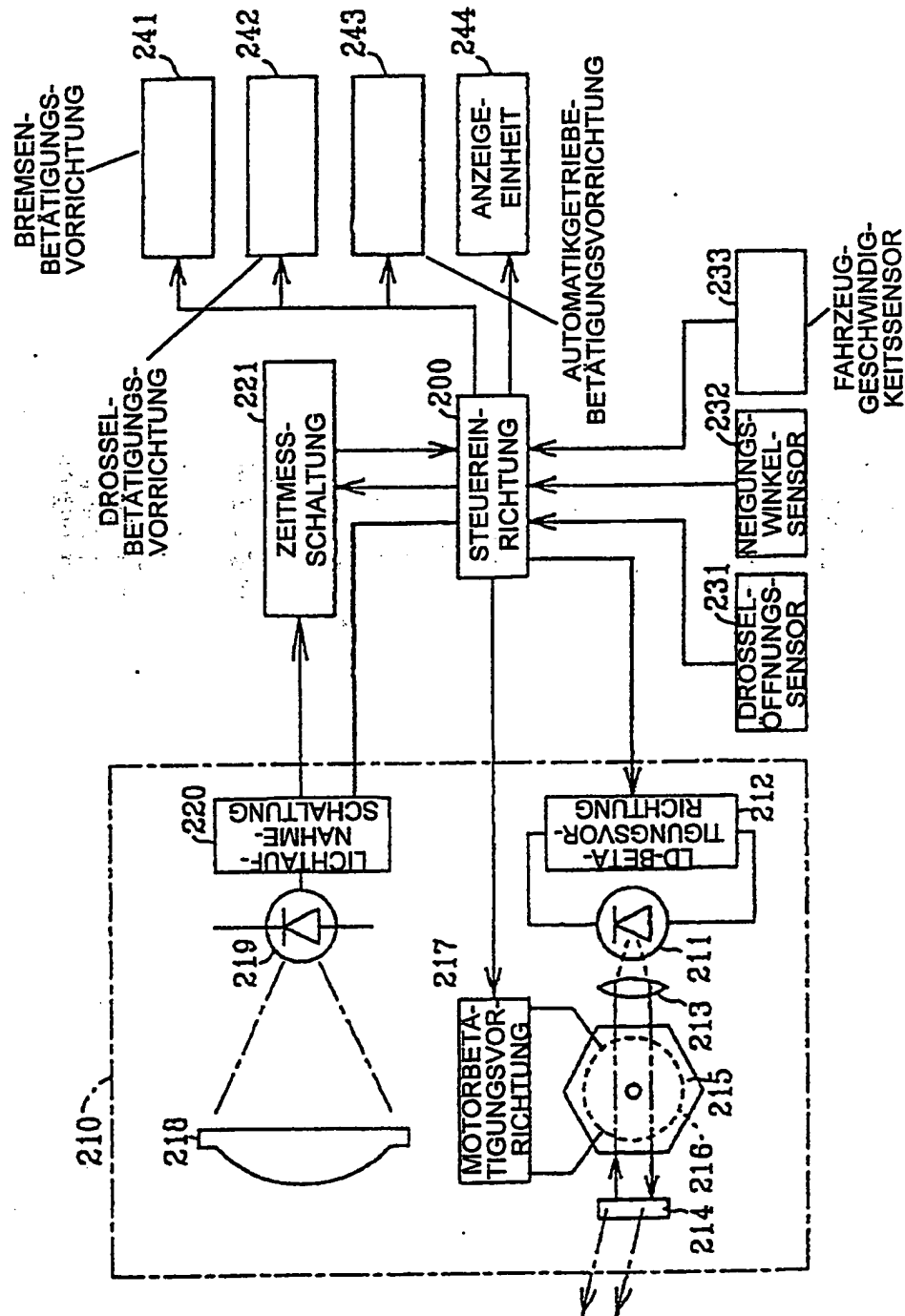
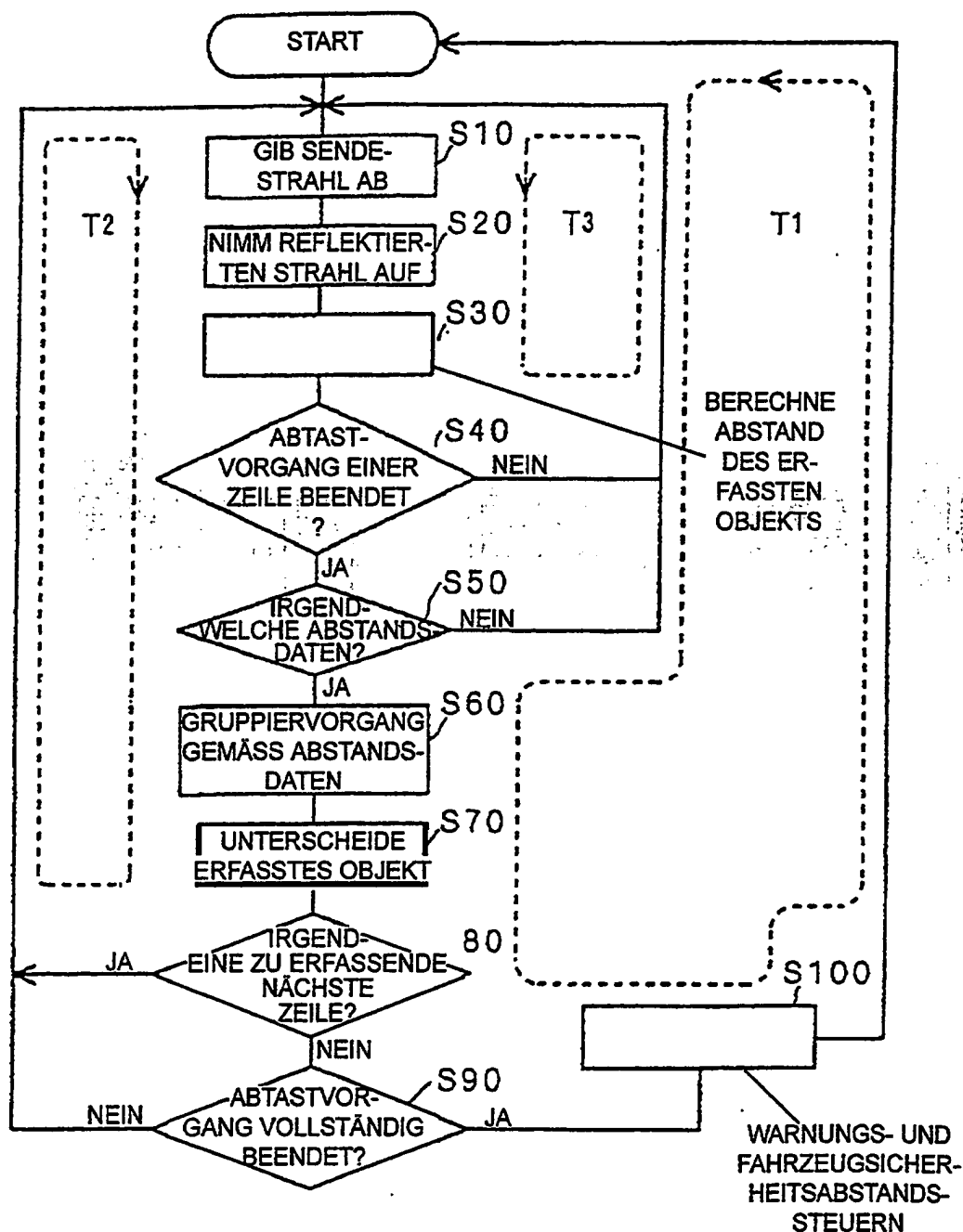


FIG. 19



T1: ZEITINTERVALL FÜR EINE VOLLSTÄNDIGE DREHUNG DES POLYGONSPIEGELS  
 T2: ZEITINTERVALL AUF EINANDERFOLGENDER ABGABEN FÜR JEDE SPIEGELOBERFLÄCHE  
 T3: ZEITINTERVALL FÜR JEDE ABGABE DER LASERDIODE

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**